



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
TEXTIL**

TEMA:

**“ELABORACIÓN DE UN TEXTIL TÉCNICO COMO AISLANTE ACÚSTICO
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE PARTÍCULAS DE CAUCHO OBTENIDAS
DE NEUMÁTICOS RECICLADOS”**

AUTORA: CINDY THALÍA RENTERÍA MORILLO

DIRECTOR: MSc. WILSON ADRIAN HERRERA VILLARREAL

IBARRA – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En el cumplimiento del Art. 144 de la ley de Educación Superior, hago entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL AUTOR	
CÉDULA DE IDENTIDAD	040173525-3
APELLIDOS Y NOMBRES	Rentería Morillo Cindy Thalía
DIRECCIÓN	Imbabura – Ibarra, Panamericana Norte
E-MAIL	thaliarenteria17@gmail.com
TELÉFONO MÓVIL	0987300335
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	“Elaboración de un textil técnico como aislante acústico mediante la aplicación de partículas de caucho obtenidas de neumáticos reciclados”
AUTOR	Rentería Morillo Cindy Thalía
FECHA	12 de octubre de 2020
PROGRAMA	Pregrado
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERÍA TEXTIL
ASESOR	MSc. Wilson Adrian Herrera Villarreal

2.- CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar los derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 12 de octubre de 2020

EL AUTOR:

Firma:


Nombre: Rentería Morillo Cindy Thalía

Cédula: 040173525-3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

MSc. Wilson Herrera director de la tesis de grado desarrollada por la Srta. Cindy Thalía Rentería Morillo.

CERTIFICO

Que el proyecto de tesis previo a la obtención del título con el tema: **“Elaboración de un textil técnico como aislante acústico mediante la aplicación de partículas de caucho obtenidas de neumáticos reciclados”**, ha sido desarrollada y terminada en su totalidad por la Srta. Cindy Thalía Rentería Morillo, con cédula de identidad 040173525-3, bajo mi dirección. Luego de ser revisado se ha considerado que se encuentra concluida en su totalidad y cumple con todas las exigencias y requerimientos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Textil, autorizo su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

MSc. Wilson Herrera

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

“PORQUE NUNCA ES TARDE, Y EL TIEMPO SOLO SE ACABA CUANDO LA VIDA TERMINA. Y HASTA ESE MOMENTO SIEMPRE EXISTE UNA POSIBILIDAD PARA TODO”, y aquel ser que todo lo hace posible y que me ha brindado la oportunidad de vivir y de cumplir una meta, es el mismo que me da las fuerzas de seguir día a día; agradecida eternamente con Dios.

Agradezco infinitamente por el apoyo incondicional a mis PADRES, Sandra Morillo y Hugo Rentería por ser ejemplo de constancia, dedicación, fortaleza e inspiración diaria; por el sacrificio que realizan constantemente para proporcionarme el privilegio del estudio y la culminación de esta carrera. A mis HERMANOS Génesis y Aldair por ser mis fieles compañeros de luchas y retos que se han presentado y juntos como el equipo que somos hemos vencido cualquier obstáculo.

Gracias MSc. Wilson Herrera, MSc. Edwin Rosero, Ing. Fausto Gualoto y a cada uno de los docentes que me impartieron diferentes materias; por cada enseñanza por inculcarme valores de responsabilidad, disciplina y profesionalismo y sobre todo por guiarme en la elaboración del presente trabajo de titulación.

Quiero finalizar agradeciendo a la persona más comprensiva y constante, aquella que me acompaña y me apoya moral y físicamente en cada etapa vivida, Él quien también forma parte de este logro *Jaime Ascuntar*. A mis compañeros y amigos Wilman, Stalin y Rubí gracias por el apoyo y compañía incondicional en el transcurso de la carrera, por todos aquellos momentos difíciles superados y bellos recuerdos que por siempre llevaré en mi corazón.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	I
2.- CONSTANCIAS.....	II
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
PROBLEMA	XV
OBJETIVOS.....	XVI
Objetivo General	XVI
Objetivos Específicos.....	XVI
JUSTIFICACIÓN.....	XVII
ALCANCE.....	XVIII
CAPÍTULO I.....	1
1. AISLAMIENTO ACÚSTICO.....	1
1.1. Definición de Sonido.....	1
1.2. Definición de acústica	1
1.3. Producción y transmisión del sonido.....	1
1.4. Unidad de medida del sonido	2
1.5. Magnitudes del sonido.....	2
1.5.1. Amplitud.....	2
1.5.2. Frecuencia	2

1.5.3.	Longitud de onda.....	3
1.5.4.	Velocidad del sonido.....	3
1.6.	Características del sonido	4
1.6.1.	Presión sonora	4
1.6.2.	Intensidad acústica	4
1.6.3.	Potencia acústica o sonora.....	4
1.6.4.	Nivel de presión acústica ponderada “A”	5
1.7.	Bandas de Octava	5
1.8.	Espectro de frecuencias	5
1.9.	Rango de frecuencias audibles	6
1.10.	Escalas de ponderación.....	6
1.11.	Sonido en espacios cerrados	7
1.12.	El ruido	8
1.12.1.	El ruido y sus riesgos en la salud	8
1.12.2.	Tipos de ruido.....	11
1.12.3.	Instrumentos de medición acústica.....	11
1.12.4.	Contaminación acústica.....	13
1.12.5.	Control del ruido.....	14
1.12.6.	Coeficiente de absorción del sonido.....	16
1.12.7.	Coeficiente de reducción de ruido	16
CAPÍTULO II		17
2.	TEXTILES TÉCNICOS.....	17
2.1.	Introducción.....	17
2.2.	Definición	17
2.3.	Componentes	18
2.4.	Áreas de aplicación.....	18
2.5.	Tipos de proceso de obtención de textiles técnicos	19

2.6.	Recubrimiento	19
2.7.	Laminado	20
2.8.	Estructuras utilizadas para laminados y recubrimientos.....	20
2.9.	Definiciones de capas de los laminados	21
CAPÍTULO III		22
3.	NO TEJIDOS	22
3.1.	Definición	22
3.2.	Características.....	22
3.3.	Aplicación de los no tejidos.....	22
3.4.	Clasificación de los no tejidos	24
3.5.	No tejido de lana.....	25
CAPÍTULO IV		27
4.	NEUMÁTICOS.....	27
4.1.	Generalidades	27
4.2.	Contaminación con neumáticos.....	28
4.3.	Clasificación de los neumáticos	29
4.4.	Materiales componentes de los neumáticos.....	31
4.4.1.	Caucho.....	31
4.4.2.	Negro de carbono	31
4.4.3.	Óxido de zinc	31
4.4.4.	Fibras textiles	32
4.4.5.	Fibras de acero	32
4.4.6.	Azufre.....	32
4.4.7.	Aditivos	32
CAPÍTULO V		34
5.	ACABADOS TEXTILES	34
5.1.	Generalidades	34

5.2.	Definición	34
5.3.	Factores de los que depende el acabado textil	35
5.4.	Clasificación	36
5.5.	Tipos de Acabados.....	36
5.6.	Estampado o recubrimiento textil.....	37
5.6.1.	Propiedades del estampado	38
CAPÍTULO VI.....		40
6.	METODOLOGÍA	40
6.1.	Equipos y materiales utilizados en el proceso de obtención de las partículas de caucho.....	40
6.2.	Flujograma del proceso de obtención de las partículas de caucho	41
6.3.	Instrumentos, equipos, materiales y productos utilizados en el proceso de elaboración del textil técnico.....	43
6.4.	Flujograma del proceso de elaboración del textil técnico	43
6.5.	Variables en el proceso.....	46
6.6.	Diseño y construcción de cámara de insonorización.....	46
6.7.	Equipos y herramientas utilizados en la implementación del sistema de medición del índice de atenuación de sonido.....	47
6.8.	Diseño e implementación del sistema de medición del índice de atenuación del sonido	48
6.9.	Flujograma de proceso de medición del índice de atenuación del sonido.....	49
6.10.	Métodos y técnicas	51
CAPÍTULO VII.....		53
7.	PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	53
7.1.	Pruebas de concentración	53
7.2.	Pruebas acústicas	57
7.2.1.	Resumen de los resultados obtenidos en las pruebas acústicas.....	61
7.2.2.	Análisis de la varianza.....	63

7.2.3.	Confiabilidad de datos.....	63
7.2.4.	Cálculo del coeficiente de reducción de sonido	64
7.3.	Pruebas de calidad	66
7.3.1.	Solidez del color al frote	67
7.3.2.	Repelencia al agua: prueba de pulverización	67
7.3.3.	Determinación de resistencia a la tracción y alargamiento	68
7.3.4.	Determinación de la propagación de la llama en tejidos.....	68
CAPITULO VIII		69
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
8.1.	Conclusiones.....	69
8.2.	Recomendaciones	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		72
ANEXOS.....		75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Producción, transmisión y recepción del sonido.....	2
Ilustración 2. Frecuencia del sonido.....	3
Ilustración 3. Rango de frecuencias audibles.	6
Ilustración 4. Escalas de ponderación.	6
Ilustración 5. Efectos Psicopatológicos y Psicológicos.	10
Ilustración 6. Tipos de ruido.	11
Ilustración 7. Software Smaart V.7	12
Ilustración 8. Micrófono de medición Beyer Dynamic MM1.....	13
Ilustración 9. Control del ruido.	14
Ilustración 10. Tipos de materiales acústicos.....	15
Ilustración 11. Textil técnico.....	18
Ilustración 12. Estructuras utilizadas para laminador y recubrimientos.	20
Ilustración 13. Clasificación de No Tejidos.	24
Ilustración 14. No tejido de lana.	26
Ilustración 15. Neumáticos.....	28
Ilustración 16. Contaminación con neumáticos.	29
Ilustración 17. Clasificación de los acabados textiles.....	36
Ilustración 18. Tipos de acabados textiles.....	37
Ilustración 19. Estampado con shablón.....	38
Ilustración 20. Flujograma de procesos.....	42
Ilustración 21. Flujograma de procesos.....	45
Ilustración 22. Diseño de la cámara de insonorización.	47
Ilustración 23. Diagrama del sistema de medición del índice de atenuación de sonido.	49
Ilustración 24. Flujograma de proceso de medición del índice de atenuación del sonido.	50
Ilustración 25. Visualización de datos en el Software Smaart V7.	58
Ilustración 26. Comparación de los Niveles de Presión Sonora de los materiales.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Velocidad de propagación del sonido en diferentes medios.	4
Tabla 2. Atenuación de escalas.	7
Tabla 3. Valores límites permisibles.	9
Tabla 4. Composición química de neumáticos.....	33
Tabla 5. Equipos y materiales utilizados en el proceso de obtención de las partículas de caucho.....	40
Tabla 6. Instrumentos, equipos, materiales y productos utilizados en el proceso de elaboración del textil técnico.	43
Tabla 7. Equipos y herramientas utilizados en la implementación del sistema de medición del índice de atenuación de sonido.....	48
Tabla 8. Prueba de concentración #1	54
Tabla 9. Prueba de concentración #2	55
Tabla 10. Prueba de concentración #3	56
Tabla 11. Materiales a prueba.	57
Tabla 12. Datos obtenidos en la medición del nivel de potencia sonora en la frecuencia de 250 Hz.	59
Tabla 13. Datos obtenidos en la medición del nivel de potencia sonora en la frecuencia de 1000 Hz.	59
Tabla 14. Datos obtenidos en la medición del nivel de potencia sonora en la frecuencia de 4000 Hz.	60
Tabla 15. Datos obtenidos en la medición del nivel de potencia sonora en la frecuencia de 8000 Hz.	60
Tabla 16. Promedios de nivel de potencia sonora en db.	61
Tabla 17. Análisis de la varianza de los resultados.	63
Tabla 18. Test de Normalidad de los resultados.	64
Tabla 19. Pérdida de transmisión de sonido.....	64
Tabla 20. Coeficiente de reducción de sonido.	66
Tabla 21. Resumen de la atenuación de ruido para cada material.	66
Tabla 22. Solidez del color al frote.	67
Tabla 23. Repelencia al agua.....	67
Tabla 24. Resistencia a la tracción y alargamiento.	68
Tabla 25. Propagación de la llama en tejidos.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Obtención de partículas de caucho.	75
Anexo 2. Tamizaje y separación magnética.	75
Anexo 3. Preparación y corte del no tejido.	76
Anexo 4. Mezcla de pasta madre, ligante y partículas de caucho.	76
Anexo 5. Medición de la viscosidad de la pasta para estampar.	77
Anexo 6. Estampación sobre el no tejido.	77
Anexo 7. Secado del textil a 130°C por 5 min.	78
Anexo 8. Termofijado del textil a 200°C por 15 seg.	78
Anexo 9. Resultado del textil técnico con concentraciones al 30%, 50% y 80% de caucho. ...	79
Anexo 10. Construcción de la cámara de insonorización.	79
Anexo 11. Implementación del sistema de medición del índice de atenuación de sonido.	80
Anexo 12. Prueba de solidez del color al frote.	80
Anexo 13. Prueba de repelencia al agua: método de pulverización.	81
Anexo 14. Prueba de determinación de resistencia a la tracción y alargamiento.	81
Anexo 15. Prueba de determinación de la propagación de la llama en tejidos.	82
Anexo 16. Micrófono de medición Beyer Dynamic MM1.	82
Anexo 17. Ajuste de altura a 30cm para la medición.	83
Anexo 18. Pruebas acústicas con diferentes materiales.	83

RESUMEN

En la actualidad la industria textil es considerada una de las actividades económicas de gran importancia a nivel mundial, por esta razón, se mantiene en constante desarrollo y continuo crecimiento científico y tecnológico. De estas nuevas aplicaciones y adaptaciones resultan los denominados textiles técnicos, que se caracterizan principalmente por sus propiedades funcionales y más no por sus características embellecedoras y estéticas.

De esta manera, se promueve una nueva alternativa que dará respuesta a un problema de gran importancia como lo es la contaminación. Se expone la presente investigación que se enfoca en el desarrollo de un aislante acústico, mediante la aplicación de partículas de caucho obtenidas de neumáticos reciclados sobre un no tejido de lana 100% (material biodegradable) y en efecto aporta al reciclaje y a la reducción de la contaminación ocasionada por estos.

Los diferentes capítulos abordados en esta investigación comprenden información relevante acerca del desarrollo del textil técnico, así como, la metodología, las distintas pruebas de concentración, de funcionalidad y de calidad realizadas con el propósito de observar y verificar las nuevas características y propiedades que ha adquirido el textil. Para determinar la funcionalidad del textil se implementó un sistema de medición, el cual permite determinar el índice de atenuación de sonido de los materiales sometidos a prueba.

Finalmente se elabora un análisis de resultados con la respectiva tabulación de todos los datos obtenidos en las pruebas y se concluye que el textil técnico notoriamente aísla más el sonido de un determinado espacio, a comparación del aislante ya existente en el mercado, el textil con las tres concentraciones de caucho al 30%, 50%, 80% aíslan más el sonido.

Palabras Clave: Textil técnico, aislante acústico, índice de atenuación de sonido

ABSTRACT

The textile industry is considered one of the most important economic activities in the world, for this reason, it is in constant development and growth in science and technology. These new applications and adaptations result in technical textiles, which are characterized mainly by their functional properties, but not for their beautifying and aesthetic characteristics.

In this way, a new alternative that will respond to a problem of great importance as it is pollution. This research focuses on the development of an acoustic insulator, by the application of rubber particles from recycled tires on a non-woven 100% wool (biodegradable material) is exposed, which contributes to the recycling and reduction of the pollution caused by these.

The different chapters addressed in this research include relevant information about the development of technical textiles, as well as the methodology, the various trials of concentration, functionality, and quality undertaken to observe and verify the new characteristics and properties that the textile has acquired. To verify the functionality of the fabric, a measurement system was implemented, which allows determining the sound attenuation index of the materials tested.

Finally, an analysis of the results is made with the tabulation of all the data obtained in the tests, and it is concluded that the technical textile notoriously isolates the sound of a given space, in comparison with the insulation in the market. The textile with the three concentrations of rubber at 30%, 50%, 80% isolates the sound more.

Keywords: Technical textile, acoustic insulator, sound attenuation index

PROBLEMA

La contaminación, en la actualidad es uno de los grandes problemas que afectan a la sociedad y que con el paso del tiempo ha incrementado desproporcionadamente; debido a causas derivadas de la actividad humana. El uso excesivo y liberación de plástico y otros materiales no biodegradables como los neumáticos de los vehículos en espacios naturales, generan consecuencias negativas como desequilibrio ecológico y por ende afectan a la salud de los seres humanos. “En la actualidad el desecho inadecuado y la excesiva producción de neumáticos es considerado un problema medio ambiental de primer orden, ya que, tanto su fabricación como el material que lo compone atentan contra el entorno, dado que, el tiempo que tardan en degradarse es extenso y su reciclaje no es muy común” (Isan, 2017)

El elemento principal que compone los neumáticos es el caucho y pudiéndose aprovechar las propiedades que este proporciona, de entre las cuales resaltan su estabilidad térmica y aislación acústica; se plantea el tema de investigación el cual pretende aplicar las partículas del caucho en un no tejido de lana, brindándole al mismo un valor agregado que posteriormente se pueda evaluar y determinar su funcionalidad.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Elaborar un textil técnico como aislante acústico mediante la aplicación de partículas de caucho obtenidas de neumáticos reciclados.

Objetivos Específicos

- Analizar la bibliografía obtenida de diferentes fuentes para seleccionar los aspectos más importantes que aportarán a la presente investigación.
- Aplicar las partículas de caucho en un sustrato textil por el método de estampación para obtener el textil técnico.
- Desarrollar las respectivas pruebas de funcionalidad con el equipo de medición para obtener datos comparativos entre el textil técnico y otro material aislante mediante el método y procedimiento que solicite el equipo.
- Evaluar la funcionalidad del textil técnico, analizando los datos obtenidos de las pruebas para establecer conclusiones y recomendaciones.

JUSTIFICACIÓN

La presente investigación surge del problema del alto índice de contaminación a causa de la inadecuada disposición final de neumáticos, visto que, según (UNIVERSO, 2018) “Un neumático puede tardar 500 años en degradarse y sin ningún tratamiento son altamente contaminantes; solo en Ecuador anualmente se desechan 2’400.000 neumáticos y sus principales destinos son los bordes de las carreteras, terrenos baldíos o depósitos de agua”

Por este motivo se propone una nueva alternativa para reutilizar uno de los materiales componentes de los neumáticos como es el caucho y se pretende desarrollar un aislante acústico que posea un material de mayor biodegradabilidad con altas propiedades fonoabsorbentes y características naturales de baja inflamabilidad como es un no tejido de lana y al mismo tiempo aprovechar las propiedades que presenta el caucho de los neumáticos que ya han culminado su ciclo de vida, por lo tanto, aportar al reciclaje y al cuidado del ambiente; aspectos que lo diferenciarán de los distintos materiales ya existentes en el mercado.

El textil técnico que tendrá la funcionalidad de aislante acústico, ayudará a eludir la contaminación acústica que hace referencia al ruido, que es uno de los factores contaminantes que afectan la calidad de vida al estar presente en el entorno superando los límites aceptables.

ALCANCE

El presente proyecto se lo desarrolla con la finalidad de hacer un textil técnico como aislante acústico mediante la aplicación de partículas de caucho obtenidas del reciclaje de neumáticos. La elaboración del textil técnico se realizará en el laboratorio de la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, mediante el uso de equipos y productos correspondientes para lograr que este cumpla la función de aislar o atenuar el nivel sonoro en un determinado espacio, una vez concluido el desarrollo del textil se realizará pruebas, se evaluará y se hará un análisis de la funcionalidad del mismo, por medio de la medición del índice de atenuación del sonido.

CAPÍTULO I

1. AISLAMIENTO ACÚSTICO

Es este capítulo se detallan algunos conceptos referentes al sonido, a la acústica, al ruido y además se especifican aspectos importantes del aislamiento acústico.

1.1. Definición de Sonido

“Cuando se perturba mecánicamente un gas, un líquido o un sólido, se producen frecuentemente ondas sonoras. En estas ondas, las moléculas de las sustancias vibran y chocan entre sí; con sus movimientos coordinados forman una onda y transmiten energía” (Kane & Sternheim, 2007, pág. 491)

1.2. Definición de acústica

Es una rama de la ciencia, parte de la física que se encarga de estudiar el origen, reproducción, transmisión, almacenamiento y percepción del sonido.

Según (Universidad Tecnológica de Chalmers , 2018) menciona que:

El conocimiento en acústica es esencial para promover la creación de entornos, tanto en interiores como en exteriores, que incluyan habitaciones con buenas condiciones de audición para altavoces, músicos y oyentes, y también entornos de vida y áreas de trabajo que estén razonablemente libres de ruidos y vibraciones perjudiciales.

1.3. Producción y transmisión del sonido

“El sonido se produce cuando vibra un cuerpo y ese movimiento se transmite en forma de onda sonora hasta llegar a nuestros oídos” (Haendel, 2018)

El sonido precisa de un medio material interpuesto entre la fuente y el oído para su transmisión y recepción.



Ilustración 1. Producción, transmisión y recepción del sonido.
Fuente: blog.elinsignia.com

1.4. Unidad de medida del sonido

La unidad adoptada para medir el sonido es el decibelio (Db), el mismo es una relación logarítmica entre una cantidad medida y una cantidad de referencia.

Sobre la unidad de medida decibelio citado en (ACNUSA, 219) señala que:

Es la unidad utilizada para medir el nivel sonoro, que tiene la gran ventaja de reflejar perfectamente la sensibilidad diferencial del oído humano, mientras que, el decibelio A (db(A)) es la unidad utilizada para representar las sensibilidades del oído humano, mas, sin embargo, su particularidad es que permite expresar una sensibilidad más fuerte a los sonidos agudos que a los graves.

1.5. Magnitudes del sonido

1.5.1. Amplitud

Es la cantidad de presión sonora que ejerce la vibración en el medio elástico; determina la cantidad de energía que contiene una señal sonora.

1.5.2. Frecuencia

Es el número de ciclos (ondas completas que se producen en una unidad de tiempo). En el caso del sonido, la unidad de tiempo es el segundo y la frecuencia se mide en hercios (Hz).

Las frecuencias más bajas corresponden con lo que habitualmente llamamos sonidos "graves" son sonidos de vibraciones lentas, mientras que las frecuencias más altas corresponden con lo que llamamos sonidos "agudos" y son vibraciones muy rápidas.

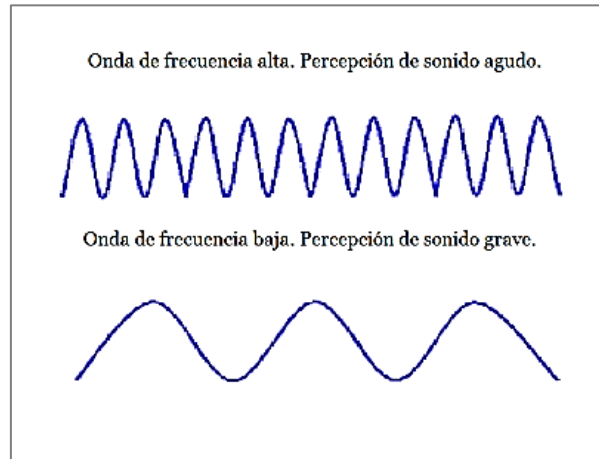


Ilustración 2. Frecuencia del sonido.

Fuente: salamancartvaldia.es

1.5.3. Longitud de onda

Es la distancia que recorre una onda sonora en el tiempo de un periodo. Depende de la velocidad de propagación y de la frecuencia.

1.5.4. Velocidad del sonido

La velocidad del sonido depende de las propiedades físicas del material por el que se propaga. Cuando el sonido llega a una separación entre materiales en los que la velocidad del sonido es diferente, parte de la energía se transmite y parte de la energía se refleja. La velocidad con que se propaga una onda sonora en un medio viene determinada por la fuerza entre las moléculas (Kane & Sternheim, 2007, pág. 491)

Tabla 1
Velocidad de propagación del sonido en diferentes medios.

Medio de propagación	Velocidad
Aire a 0°C	331 m/s
Aire a 20°C	343 m/s
Agua	1290 m/s
Madera	1000 – 5000 m/s
Cemento	4000 m/s
Acero	4700 – 5000 m/s
Vidrio	5000 – 6000 m/s
Goma	40 – 150m/s

Fuente: (SINTEC, 2010)

1.6. Características del sonido

1.6.1. Presión sonora

(Paz, 2007) afirma: “Es la variación de la presión atmosférica con el paso de la señal acústica. La rapidez con que se producen estas variaciones está dada por la frecuencia que indica el número de tales variaciones por segundo” (pág. 28)

1.6.2. Intensidad acústica

(Vega & Masa, 2003) “Es el promedio de la energía sonora transmitida por unidad de área perpendicular a la dirección de propagación de la onda sonora” (pág. 99)

1.6.3. Potencia acústica o sonora

“Es la cantidad de energía por unidad de tiempo que radia una fuente sonora, y es independiente del entorno” (Consultoría e Ingeniería acústica, 2012)

1.6.4. Nivel de presión acústica ponderada “A”

Corresponde a la recepción subjetiva de sonidos a un nivel bajo de presión acústica; introduce una corrección importante de los niveles de presión acústica para sonidos de baja frecuencia, dicha corrección disminuye a medida que se aproxima a los 1000 Hz. (donde la atenuación es nula), entre los 1000 y 5000 Hz. Amplifica y a partir de 5000 Hz vuelve a atenuar.

1.7. Bandas de Octava

Se denomina banda de Octava al grupo de frecuencias comprendidas entre dos frecuencias: una inferior f_1 y otra superior f_2 que cumplan la relación: $f_2=2f_1$ (es decir que la superior sea el doble de la inferior).

Para llevar a cabo el análisis de un sonido en bandas de octava, se utiliza un sonómetro equipado con un juego de filtros apropiado. Cada filtro deja pasar las frecuencias que están por encima y por debajo. Se toman las lecturas correspondientes a los niveles de presión acústica para todas las bandas de octava.

A partir de los niveles de presión acústica en bandas de octava, se puede conocer el nivel total de presión acústica, simplemente sumando todos estos niveles.

1.8. Espectro de frecuencias

Sobre el espectro de frecuencias (SINTEC, 2010) menciona que:

Es una representación de la distribución de energía de un sonido en función de sus frecuencias componentes. Frecuentemente, en lugar de intensidad, el espectro representa el nivel de presión sonora en función de la frecuencia.

Por lo tanto, es una medida de las amplitudes de cada frecuencia y una representación gráfica de intensidad frente a la frecuencia de una onda.

1.9. Rango de frecuencias audibles

El rango de frecuencias que el oído humano es capaz de detectar está comprendido entre 20 y 20.000 Hz, estas son, por tanto, las frecuencias audibles. El campo de frecuencias inferior a los 20 Hz se denomina vibraciones y el superior a 20.000 Hz son los ultrasonidos. (Floría, 2007, pág. 309)

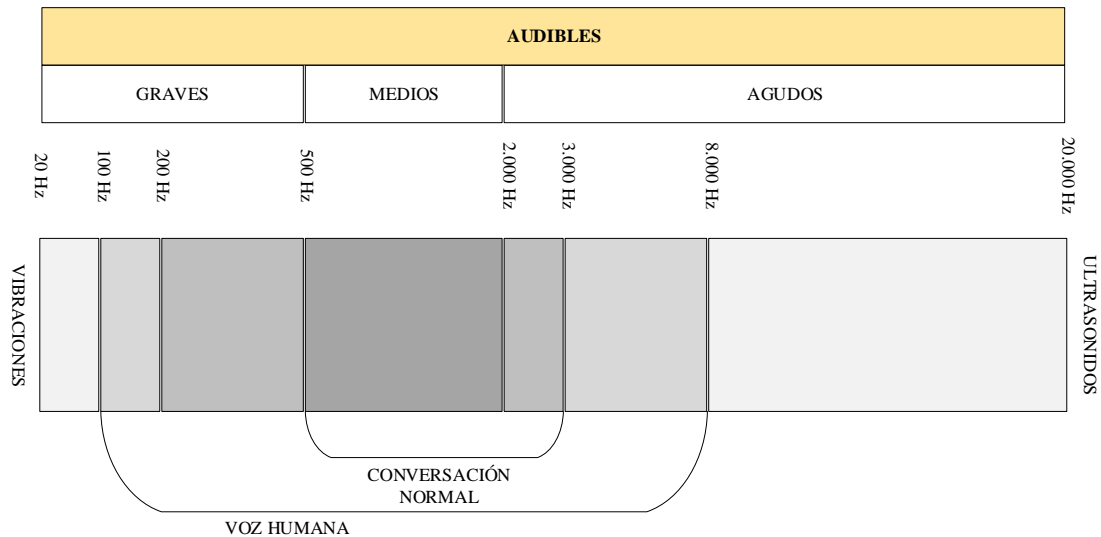


Ilustración 3. Rango de frecuencias audibles.

Fuente: www.asepal.es

1.10. Escalas de ponderación

El objetivo de la ponderación de escalas es ajustar los niveles de presión sonora a la respuesta en frecuencia (promedio) del oído humano.

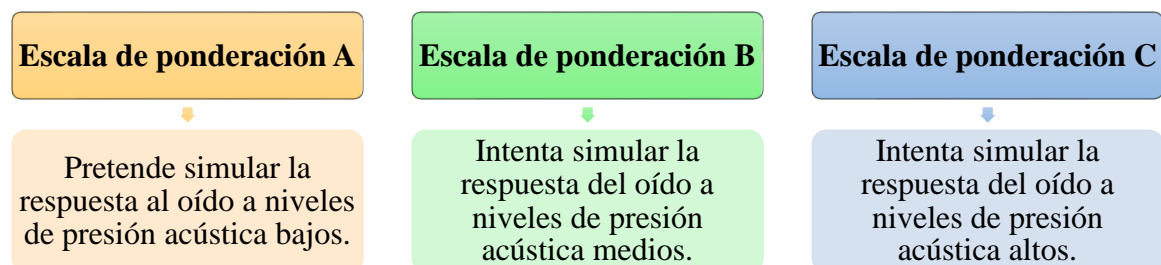


Ilustración 4. Escalas de ponderación.

Fuente: www.eumus.edu.uy

Tabla 2
Atenuación de escalas.

FRECUENCIAS		ESCALAS		
Hz	A	B	C	
31.5	-39	-17	-3	
63	-26	-9	-1	
125	-16	-4	0	
250	-9	-1	0	
500	-3	0	0	
1000	0	0	0	
2000	1	0	0	
4000	1	-1	-1	
8000	-1	-3	-3	

Fuente: slideplayer.es

1.11. Sonido en espacios cerrados

(Eduardo & Paúl, 2014) acerca del sonido en espacios cerrados menciona que:

El comportamiento del sonido alrededor de una fuente en un espacio cerrado, es distinto de lo que sería si la misma fuente estuviera al aire libre, lejos de cualquier superficie reflejante, esto debido a que el sonido se refleja sobre los límites del cerramiento y parte de la energía sonora es reflejada, parte absorbida y otra parte transmitida a través de las paredes del mismo. (pág. 13)

- **Refracción**

Es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio a otro y se origina en el cambio de velocidad de esta.

- **Ondas estacionarias**

Se produce por la suma de una onda y su onda reflejada sobre un mismo eje. Dependiendo cómo coincidan las fases de la onda incidente y de la reflejada, se producirán modificaciones en el sonido.

- **Eco**

Es la reflexión única de un mensaje sonoro sobre una pared reflectante lejana.

- **Reverberación**

Se produce cuando las ondas reflejadas llegan al oyente antes de la extinción de la onda directa, es decir, en un tiempo menor que el de persistencia acústica del oído.

La persistencia acústica es el fenómeno por el cual el cerebro humano interpreta como un único sonido dos sonidos diferentes recibidos en un corto espacio de tiempo.

1.12. El ruido

Es una mezcla de sonidos con frecuencias diferentes. En un sentido amplio, puede considerarse ruido cualquier sonido no deseado o que interfiere en alguna actividad humana.

1.12.1. El ruido y sus riesgos en la salud

El ruido es todo sonido molesto o indeseable que a larga exposición puede causar diferentes daños a la salud. En la gran mayoría de sitios laborales se presentan varios niveles de ruido, pero no en todos los casos son considerados un riesgo, en consecuencia, la permanencia de un ruido molesto dificulta la comunicación, aumenta la monotonía del trabajo, aumenta la sensación de fatiga e incluso puede causar la pérdida completa de la audición. (Parra, 2016, pág. 7)

Existen diversos factores que inciden en el riesgo de la pérdida auditiva, así como (Eduardo & Paúl, 2014) mencionan a continuación:

- Nivel de presión sonora
- Tipo de ruido
- Tiempo de exposición al ruido

- Características del receptor del ruido (edad, sexo y otras)
- Ambiente de trabajo

La tabla 3 presenta los valores límites permisibles para los trabajadores que están expuestos al ruido constante, con el fin de reducir el riesgo de sordera.

Tabla 3
Valores límites permisibles.

Nivel de presión sonora (Db)	Tiempo máximo de exposición (Horas)
85	8
88	4
91	2
94	1
97	1/2
100	1/4
103	1/8

Fuente: (Parra, 2016)

La exposición al ruido o la superación de los límites permisibles en el trabajo pueden ser perjudicial para la salud, además de afectar a la audición puede provocar efectos negativos psicológicos y psicopatológicos, así como (SOCHA, 2013) los describe en su publicación.

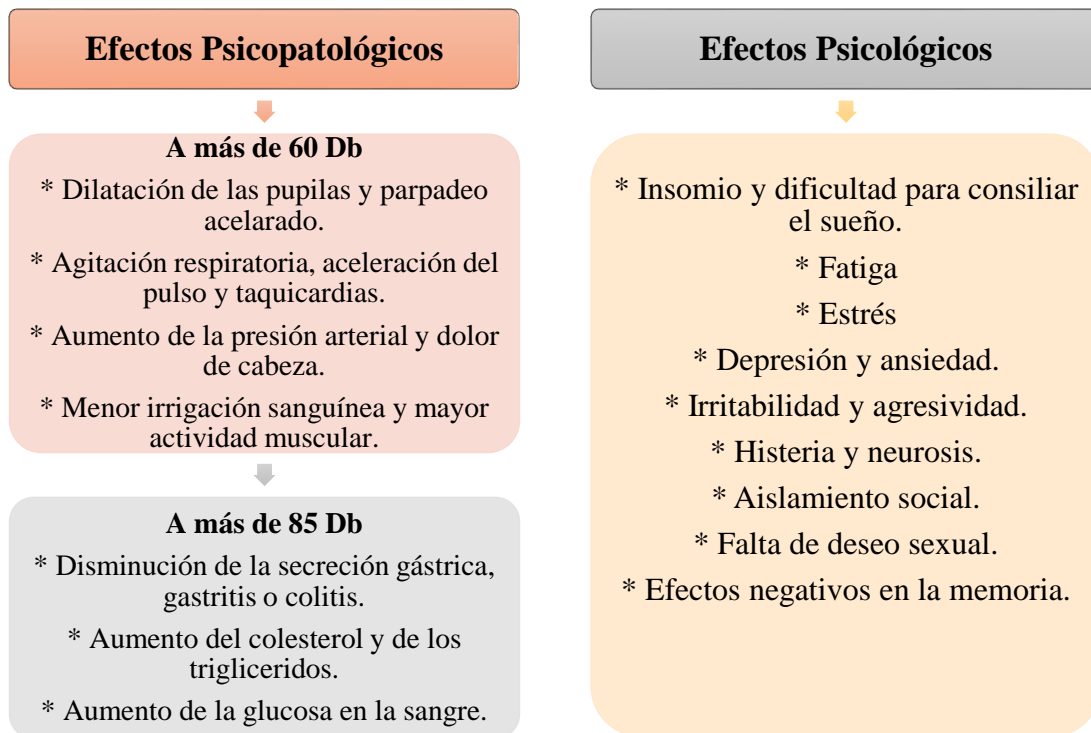


Ilustración 5. Efectos Psicopatológicos y Psicológicos.
Fuente: (SOCHA, 2013)

1.12.2. Tipos de ruido

La mayor parte de los ruidos están formados por todas las frecuencias de la escala auditiva, pero se las puede clasificar de la siguiente forma:

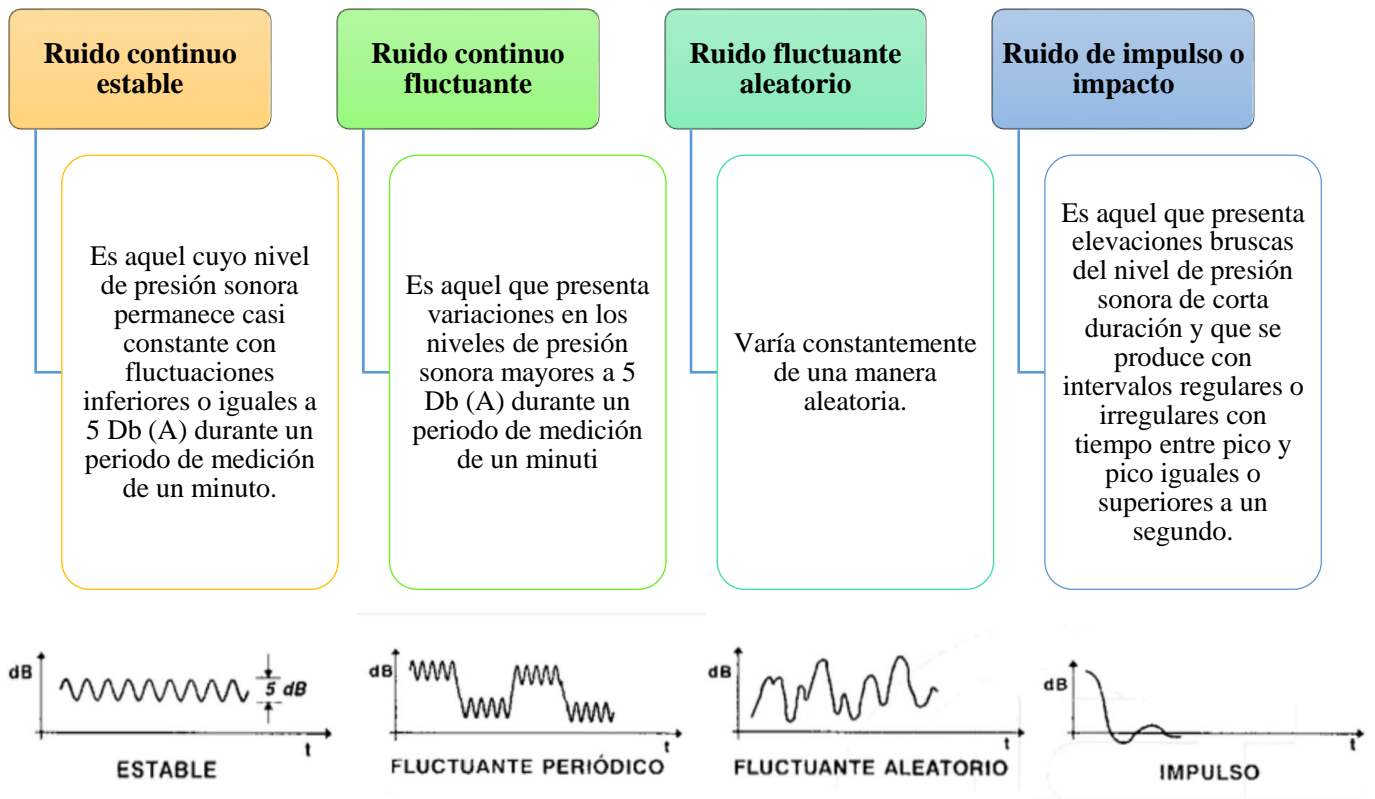


Ilustración 6. Tipos de ruido.
Fuente: www.satirnet.com

1.12.3. Instrumentos de medición acústica

Para la presente investigación se utilizó como instrumento de medición del índice de atenuación del sonido un software de predicción denominado Smaart V.7 juntamente con un micrófono Beyer Dynamic MM1.

- **Smaart V.7**

Sobre el software de predicción (Rational Acoustics, 2016) menciona que:

El nombre de SMAART se derivó de “System Measurement Acoustic Analysis Real-Time Tool” el mismo que en español significa “Herramienta de Análisis Acústico y Medición de Sistemas en Tiempo Real”. Es un software de medición, análisis y optimización que sirve para observar el contenido de frecuencias de señales y para medir la respuesta eléctrica y electroacústica de un sistema de sonido, esto quiere decir que, indica lo que el sistema de altavoces, ambientes acústicos y otros están haciendo con las señales que pasan a través de ellos (respuesta en frecuencia, respuesta al impulso).

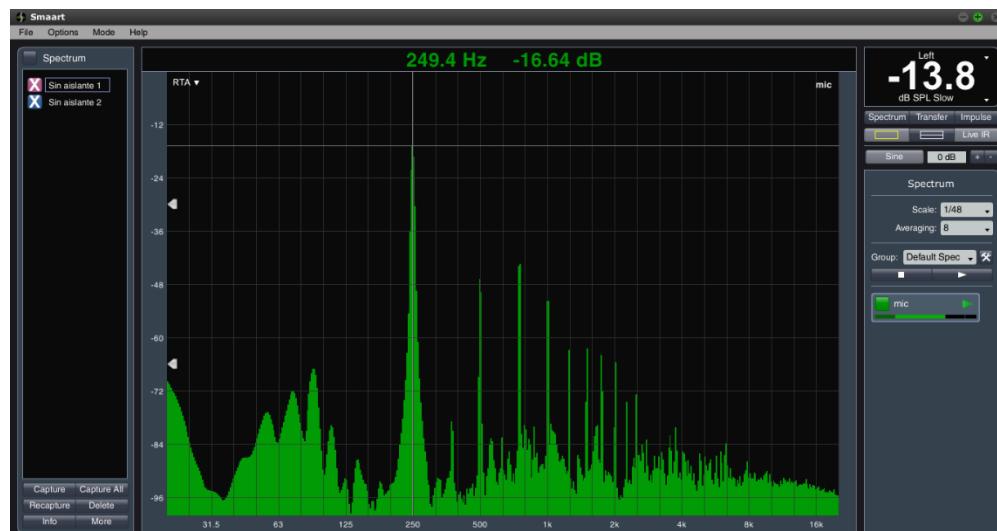


Ilustración 7. Software Smaart V.7

Fuente: Rentería Thalía

- **Micrófono de medición Beyer Dynamic MM1**

Según (Music Store Professional , 2020) afirma que:

Es un micrófono de medición de condensador de electreto de alta calidad con característica omnidireccional y característica de circuito abierto calibrado, debido a la delgada carcasa de la cápsula del micrófono, la influencia en el campo sonoro es muy pequeña, por lo que se evita en gran medida la acumulación de presión a altas frecuencias. Funciona en combinación con un analizador de espectro, se encarga de

monitorear los niveles de presión sonora de los altavoces, como también, las mediciones de respuesta de frecuencia.



Ilustración 8. Micrófono de medición Beyer Dynamic MM1.
Fuente: Rentería Thalía

1.12.4. Contaminación acústica

La contaminación acústica o auditiva es ocasionada principalmente por la presencia de ruido, el mismo que altera el ambiente de un determinado espacio. El ruido también conocido como un sonido molesto o indeseable, es uno de los contaminantes que hasta ahora no se ha dedicado mayor atención, debido a que, los efectos de su peligrosidad no son inmediatos, más sin embargo a su larga exposición claramente afecta a la salud de las personas, así (García, 1988, pág. 2) afirma que. “afecta a varias funciones del cuerpo, tales como el equilibrio, la irrigación sanguínea de la piel o la presión arterial, en caso de niveles elevados se produce graves lesiones en los oídos, alteraciones nerviosas y ciertos efectos físicos y mentales”

Existen diferentes causas que provocan este tipo de contaminación, entre las principales (SOCHA, 2013) menciona en su publicación que:

Las principales causas de la contaminación acústica son aquellas relacionadas con las actividades humanas como el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, las industrias, el uso exagerado e indebido de las bocinas, la activación sonora de las

alarmas contra robos, incluso en las avenidas de mayor tránsito vehicular las sirenas de las ambulancias, la música de las modernas y masivas fiestas que duran hasta horas de la madrugada, entre otras.

1.12.5. Control del ruido

Los procedimientos técnicos de control tratan de la reducción de los niveles de ruido en las fuentes de emisión o sobre los medios de transmisión o propagación del ruido.

- **Procedimientos activos**

Cuando la reducción o eliminación del ruido se logra sustituyendo equipos o componentes ruidosos por otros.

- **Procedimientos pasivos**

Cuando se atenúa las consecuencias sobre los receptores, realizando tratamientos y acondicionamientos acústicos.

Control en la fuente	Control en el medio de difusión	Control sobre el receptor
<ul style="list-style-type: none"> • Selección de equipos y diseños adecuados • Sustitución de equipos y procesos • Modificación del proceso • Encerramiento de proceso • Aislamiento del proceso • Mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de distancia entre emisor y receptor • Instalación de cabinas, envolventes, barreras interpuestas entre los focos de ruido y los receptores 	<ul style="list-style-type: none"> • Selección del trabajador • Formación e información • Exámenes periodicos • Rotación del personal • Encerramiento del personal • Programa de dotación de protección personal.

Ilustración 9. Control del ruido.
Fuente: www.satirnet.com

1.12.5.1. Aislamiento acústico

(AISLACUSTIC, 2020) menciona que:

El aislamiento acústico permite disipar el ruido proveniente del exterior y que así, apenas sea percibido o hasta incluso dejar de hacerlo. Del mismo modo también es útil para que el ruido o los sonidos generados en el interior, no salgan con la misma intensidad hacia afuera o se disipen por completo.

1.12.5.2. Materiales acústicos

(European Acústica , 2018) afirma que: “Los materiales aislantes acústicos ayudan a proteger el recinto de cualquier clase de penetración del sonido y también, evitan que el ruido salga fácilmente al exterior. Generalmente suelen ser rígidos, compactos, densos y no porosos: casi impenetrables especialmente al aire”. En la ilustración 10 se observa una breve clasificación de los diferentes materiales aislantes acústicos existentes.

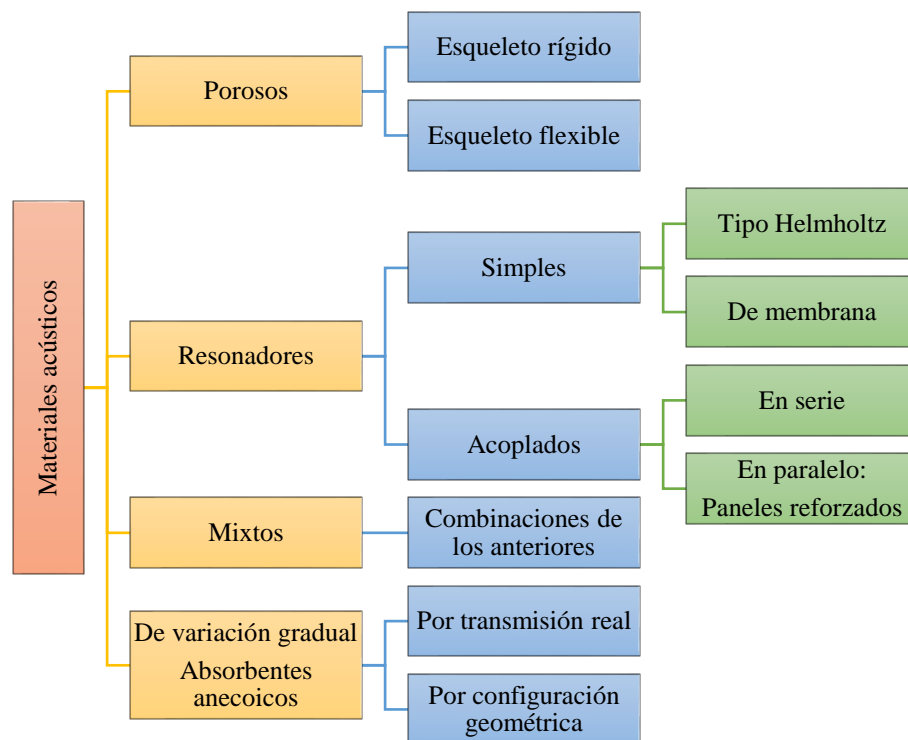


Ilustración 10. Tipos de materiales acústicos.

Fuente: www.fadu.edu.uy

1.12.6. Coeficiente de absorción del sonido

(Eduardo & Paúl, 2014) señala que el coeficiente de absorción del sonido es:

La parte de la energía acústica absorbida cuando las ondas sonoras chocan con una superficie. El coeficiente de absorción de un material depende de la frecuencia del sonido que choca con la superficie del material. Un coeficiente de 0,00 indica una reflexión perfecta (0% de absorción); un coeficiente de 1,00 indica una absorción perfecta (100% de absorción). (pág. 26)

1.12.7. Coeficiente de reducción de ruido

(Eduardo & Paúl, 2014) menciona que:

El coeficiente de reducción de ruido de un material es un número único que es el valor medio de los coeficientes de absorción del material a las frecuencias de 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz; y se determina por:

Dónde:

- NRC: Coeficiente de Reducción de Ruido (adimensional)
- α 250, 500, 1000, 4000, 8000: Coeficiente de absorción del sonido del material a una frecuencia de 250, 500, 1000, 4000, 8000Hz (adimensional)

CAPÍTULO II

2. TEXTILES TÉCNICOS

En el presente capítulo se analiza información relevante sobre los textiles técnicos como: la definición, sus componentes, las áreas en los que son aplicados y otros aspectos que son necesarios conocer para el desarrollo del presente proyecto.

2.1. Introducción

(Guillem, Graell, & Deniel, 2003) afirma: “Los textiles técnicos emergen como la tercera vía del sector textil-confección con el reconocimiento de su propia existencia, después de un largo desconocimiento por parte del público y gran parte de la propia industria”

2.2. Definición

(Cotec, 2014) afirma: “Se definen como materiales y productos textiles que poseen propiedades específicas requeridas para el desarrollo de una determinada función, por tanto, dan respuesta a exigencias técnicas elevadas como: ligereza, rendimiento mecánico, térmico, conductividad, resistencia, entre otras”

Son productos de alta tecnología, complejos, tanto en su uso final, como en su producción. Y, desde luego, tienen una gran capacidad de crecimiento y de desarrollo tanto comercial como tecnológico.



Ilustración 11. Textil técnico.
Fuente: www.navendi.com

2.3. Componentes

De entre la diversidad de componentes que constituyen los textiles técnicos, se encuentran los materiales flexibles como los que se mencionan a continuación:

- Gomaespumas
- Películas
- Polvos
- Resinas
- Plásticos

Además, se logra obtener textiles técnicos por la combinación de dos o más materiales de composición diferente.

2.4. Áreas de aplicación

Los textiles técnicos tienen diversas áreas de aplicación, dependiendo de su funcionalidad y uso final.

- Ingeniería civil
- Agricultura y pesca

- Construcción y arquitectura textil
- Medicina, sanidad e higiene
- Aeronáutica y otros medios de transporte
- Protección personal
- Deportes
- Sectores industriales
- Protección ambiental
- Textiles para el hogar y vestuario

2.5. Tipos de proceso de obtención de textiles técnicos

2.6. Recubrimiento

Es el proceso de deposición de producto químico en estado líquido o una formulación compuesta, sobre un sustrato textil, directamente o por transferencia, a una o dos caras para obtener un tejido con unas propiedades específicas y funcionales. (Zurita, 2012)

Las características que diferencian a dicho proceso son las siguientes:

- El recubrimiento es una parte esencial para la funcionalidad del producto terminado.
- Se emplea el film de cobertura para cubrir el material, buscando darle más "cuerpo" o proporcionarle alguna propiedad adicional.
- Son realizados para mejorar propiedades o cualidades de la superficie del sustrato, tales como: cuerpo, impermeabilidad, resistencia y otras.

2.7. Laminado

El proceso de laminado consiste en la unión de dos substratos, ya sean textiles o bien un textil con un film polimérico, membrana, y otros; haciendo uso de adhesivos, calor o presión. (Zurita, 2012, pág. 13)

De entre las características que presenta este proceso, se describen dos principales:

- En ocasiones, se emplea para aplicar una tela de refuerzo a otra para darle mayor densidad a menor costo.
- Producir un material que combine las propiedades de aquellos que los constituyan.

2.8. Estructuras utilizadas para laminados y recubrimientos

El espesor de las capas y flexibilidad de los materiales permite una gran diversidad de combinaciones.





Laminados en PVC	Laminados en PU
 <p>TOP + BASE + SUSTRATO</p>	 <p>BASE + SUSTRATO</p>
Laminados en EVA	Laminados en PU y PVC
 <p>TOP + BASE</p>	 <p>TOP + SUSTRATO</p>

Ilustración 12. Estructuras utilizadas para laminador y recubrimientos.

Fuente: (Zurita, 2012)

2.9. Definiciones de capas de los laminados

- **Substrato:** Material sobre el cual se aplica la terminación, film de cobertura y/o base, pudiendo ser textiles tejidos, textiles no tejidos, tela o papel. Usualmente puede ser conocido como refuerzo o soporte. Puede estar compuesto por fibras naturales o sintéticas.
- **Base:** Capa intermedia entre el film de cobertura y el substrato, o superficial sobre el substrato, pudiendo ser expandida o compacta, de materiales como, por ejemplo: PVC, PU y EVA.
- **Film de cobertura:** Capa superior a la base. En el caso que esta capa no reciba ningún film de terminación, también es llamado top o skin.
- **Terminación:** Todo lo que estuviera sobre el film de cobertura (o que pueda modificarlo), pudiendo ser una pintura, película transparente, estampa, grabado, tratamiento superficial (floqueado, raspado, lijado) u otros. Normalmente es conocido como top o skin.
- **Capa plástica:** Material que está sobre el substrato, pudiendo estar constituido por las capas de la base, film de cobertura y terminación. Su espesor varía para cada tipo de producto, pudiendo ser mayor o menor que el sustrato.

CAPÍTULO III

3. NO TEJIDOS

A continuación, se describirá y se analizará las características, propiedades y otros aspectos generales de los no tejidos y en especial de los no tejidos de lana, material primordial utilizado en esta investigación.

3.1. Definición

Las telas no tejidas se definen en general como estructuras de láminas unidas entre sí enredando fibras o filamentos (y perforando películas) de forma mecánica, térmica o química, por lo tanto, no presentan una estructura geométrica organizada.

(Shahani, Soltani, & Zarrebini, 2014) afirma. “Las telas no tejidas en general son aislantes acústicos ideales debido a su alta relación volumen-masa”

3.2. Características

Según (INDA, 2020) menciona que:

Los no tejidos pueden ser de un solo uso o una tela muy duradera; proporcionan funciones específicas como absorción, repelencia de líquidos, elasticidad, estiramiento, suavidad, resistencia, resistencia al fuego, lavabilidad, amortiguación, filtrado, barreras bacterianas y esterilidad. Pueden imitar la apariencia, textura y resistencia de una tela tejida, y pueden ser tan voluminosos como los acolchados más gruesos.

3.3. Aplicación de los no tejidos

Los no tejidos están diseñados para proporcionar propiedades particulares adecuadas para los usos finales deseados. Según (Textile School, 2019) describe que los diferentes campos de aplicación de los no tejidos son los siguientes:

- **Cuidado e higiene personal.** – pañales, productos de higiene, vendajes.
- **Cuidado de la salud.** – batas y paquetes de operación, máscaras faciales
- **Ropa.** – ropa de aislamiento y protección, componentes de calzado
- **Casa.** – envoltura de comida, filtros.
- **Automotor.** – forros de arranque, filtros de aire.
- **Construcción.** – aislamiento térmico y acústico.
- **Geotextiles.** – recubrimiento de asfalto, estabilización del suelo
- **Filtración.** – filtros para diferentes usos.
- **Industrial.** – aislamiento de cables, revestimiento.
- **Agricultura.** – control de erosión, construcción de canales, sistemas de drenajes.

3.4. Clasificación de los no tejidos

Según (Megaplastic, 2005) afirma. “En forma práctica los no tejidos pueden ser básicamente clasificados según su proceso de fabricación, materias primas, características de las fibras y filamentos, procesos de consolidación, gramaje, proceso de transformación o conversión, o la asociación de todos estos elementos”

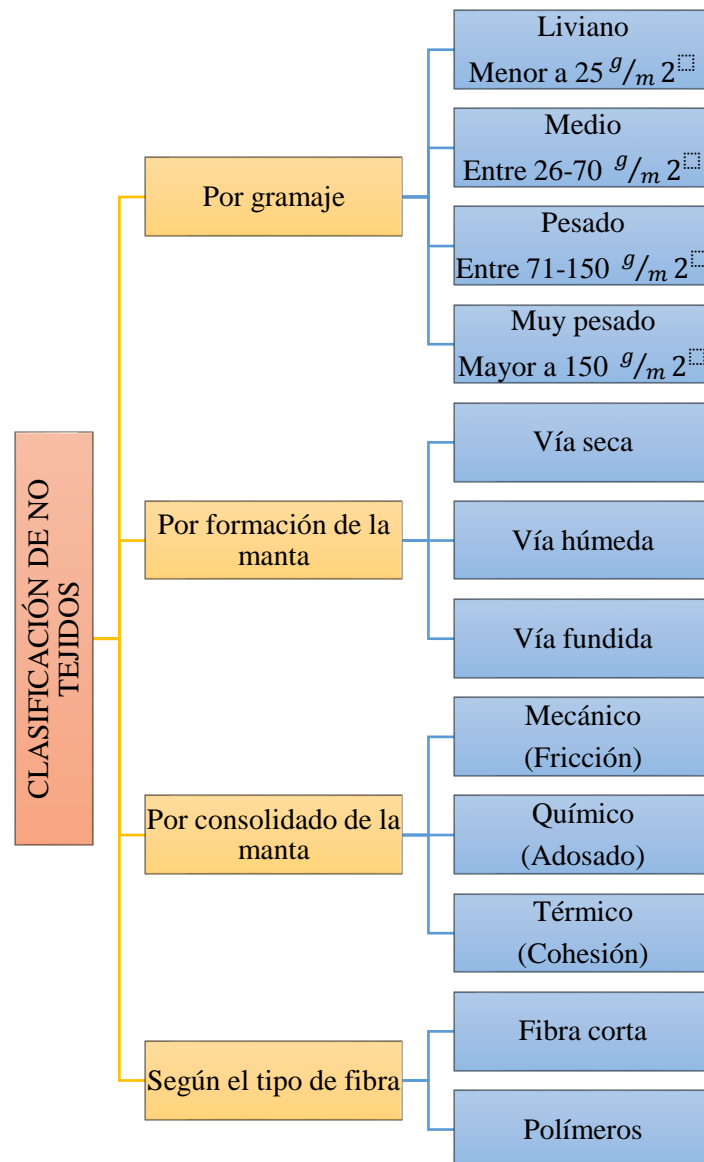


Ilustración 13. Clasificación de No Tejidos.

Fuente: (Megaplastic, 2005)

3.5. No tejido de lana

Acerca de los no tejidos de lana (Mazza & Eleta, 2009) en su publicación, menciona que:

Un no tejido o también denominado fieltro de lana es un textil conformado por combinaciones de fibras de lana, que físicamente están entrelazadas por medio de las propiedades propias del enfieltramiento. Este enfieltramiento se obtiene por medio de un proceso conocido en física como efecto direccional de fricción, obteniéndose de este modo una compactación de las fibras que así alcanzan la densidad y la dureza deseada.

Los fieltros de lana poseen propiedades especiales e insustituibles, que, a pesar del rápido crecimiento de la industria de la fabricación de filtros con fibras sintéticas, mantienen su posición en la industria electromecánica, aeronáutica, automotriz y otras. (pág. 20)

Entre las características que más sobresalen de los fieltros de lana, se encuentran las siguientes:

- Es un recurso renovable, además su producción no causa impacto ambiental.
- No compite con las fibras sintéticas, ya que hasta en la actualidad muchas de sus propiedades no han podido ser alcanzadas.
- Fomenta el desarrollo de actividades ganaderas a nivel local.

En cuanto a las propiedades que presentan los no tejidos, resaltan las siguientes:

- **Retención.** - retiene líquidos muchas veces más densos que su peso específico.
- **Filtrantes.** – la lana gracias a su estructura escamosa puede retener en su superficie hasta partículas microscópicas, sin que por esto el fieltro pierda fácilmente su propiedad de filtración.
- **Aislantes.** – el no tejido de lana es ideal para aislar el sonido, el calor y vibraciones.
- **Mecánicas.** – el fieltro puede cortarse y adaptarse a cualquier forma, sin que se desfibre o deshilache.

- **Anti vibratorias.** – absorbe la energía producida por las máquinas que vibran.
- **Antiflameables.** – el fieltro no se quema fácilmente, antes bien cuando se pone en contacto con el fuego, tiende a apagarse por sí mismo y no desprende humo tóxico.
- **Alto coeficiente de fricción**



Ilustración 14. No tejido de lana.

Fuente: Rentería Thalía

CAPÍTULO IV

4. NEUMÁTICOS

En este capítulo se hace el estudio de los neumáticos, sus materiales componentes, sus usos y principalmente se hace referencia al caucho, el mismo que se utiliza en este proyecto para darle al textil una nueva funcionalidad.

4.1. Generalidades

Según (Enciclopedia Británica , 2016) acerca de los neumáticos menciona que:

Son una banda circular y continua que forma parte de un vehículo, se mantiene en contacto con el suelo; están montados en llantas y son diseñados para proporcionar una cubierta flexible con un revestimiento impermeable para contener y retener el aire comprimido.

Los neumáticos cumplen ciertas funciones gracias a diversas combinaciones apropiadas de materiales y estructuras, de entre las cuales resaltan las siguientes:

- Baja resistencia a la rodadura.
- Baja rigidez vertical (para amortiguar el viaje)
- Alta fricción de deslizamiento en condiciones húmedas y secas.
- Alta rigidez longitudinal y lateral (para minimizar los movimientos de deslizamiento)
- Resistencia al desgaste y al daño.



Ilustración 15. Neumáticos.
Fuente: plymouthvipauto.com

4.2. Contaminación con neumáticos

“En décadas recientes, el crecimiento mundial de la industria automovilística debido al incremento del uso del automóvil como principal medio de transporte humano ha potenciado significativamente la producción de neumáticos” (Rivera, 2016, pág. 1)

Según (Root, 2019) afirma. “La producción de neumáticos ocasiona grandes problemas ambientales, que van desde la deforestación continua hasta los combustibles fósiles causantes del 70% del enfriamiento climático utilizados para fabricar caucho sintético en el proceso de ensamblaje”

La producción desmedida y el desecho inadecuado de neumáticos trae consigo numerosas consecuencias negativas, así (Rubber Reborn , 2020) enlista unas de ellas:

- La acumulación de llantas promueve cultivos de mosquitos que causan el surgimiento de nuevos virus.
- Producen incendios que no se pueden extinguir fácilmente y como resultado de estos la emanación de humo ácido dañino para los humanos y el medio ambiente.
- Ocupan grandes espacios de vertederos y generalmente suelen tirarse en zonas de bajos ingresos.

- Lixiviación con efectos cancerígenos y mutagénicos ocasionada por los químicos y materiales pesados contenidos en los neumáticos.

Los neumáticos no son biodegradables, pero son 100% reciclables, debido a la alta calidad del acero y el caucho que se encuentran en estos. Actualmente en Ecuador La Política Nacional sobre gestión integral de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) del Ministerio del Ambiente ha permitido que a la fecha 600.000 unidades ingresen a nuevos procesos productivos, entre ellos el uso que se pretende dar al polvo de caucho, tanto para mejorar las carreteras del país mediante la aplicación de asfalto modificado, como para darle un nicho sustentable a esta materia prima reciclada. (Ministerio de transporte y obras públicas , 2017)



Ilustración 16. Contaminación con neumáticos.

Fuente: www.shutterstock.com

4.3. Clasificación de los neumáticos

Según (Roncero, 2014) sobre la clasificación de los neumáticos dice que:

Existen diferentes tipos de neumáticos según sus características constructivas, la forma de su banda de rodadura o el tipo de utilización para el que están destinados y se los clasifica así:

- **Neumáticos diagonales y radiales.** - se componen de varias capas de tejido alternadas y cruzadas colocadas diagonalmente en la carcasa.

- **Neumáticos de verano, de invierno y all seasons.** - el diseño y las características constructivas de este tipo de neumáticos están ligadas a las condiciones climáticas de cada estación. Generalmente estos están optimizados para tener un buen agarre, reducir la resistencia a la rodadura y permitir una conducción más suave y precisa.
- **Neumáticos asimétricos y direccionales.** – tienen diferente forma de la banda de rodadura en la parte interior y exterior, una parte optimiza el drenaje del agua y la otra mejora el agarre en seco.
- **Neumáticos tubulless.** - estos neumáticos no necesitan una cámara interior para encerrar el aire, por lo tanto, en su interior cuenta con una capa de aislamiento realizada con un caucho especial.
- **Neumáticos de perfil bajo.** – tienen una mejor precisión de la dirección en curva, son adecuados para coches de planteamiento deportivo y son más propensos a sufrir daños ante baches y golpes.
- **Neumáticos recauchutados.** - son aquellos en los que se aprovecha la carcasa y sustituyendo la banda de rodadura, neumáticos utilizados especialmente en camiones y aviones.
- **Neumáticos runflat.** – son un tipo especial de neumáticos con refuerzos en los blancos y los hombros, lo que les permite rodar una cierta distancia y a una determinada velocidad sin aire cuando se produce un pinchazo.
- **Neumáticos ecológicos o de bajo consumo.** - son fabricados con compuestos especiales y diseñados especialmente para mejorar la resistencia al rodamiento y así disminuir el consumo de combustible.

4.4. Materiales componentes de los neumáticos

Los neumáticos están conformados principalmente por caucho ya sea este sintético o natural, además, contiene otros materiales como: negro de carbono, óxido de zinc, acero, material textil y otros aditivos, así (Rivera, 2016) los detalla a continuación:

4.4.1. Caucho

El caucho de origen natural se elabora a partir del látex, el cual es un líquido lechoso con partículas de caucho en suspensión proveniente del árbol *Hevea Brasiliensis*. El látex es una sustancia constituida por agua que corresponde entre el 52 y 72% de su composición, entre el 27% y 40% está compuesto de biopolímero y resto corresponde a proteínas, ácidos nucleídos azúcares y minerales, mientras que, el caucho sintético es un polímero que está formado por varios hidrocarburos y que resulta de un proceso artificial llamado polimerización.

4.4.2. Negro de carbono

Es el resultado de la combustión parcial o descomposición térmica de hidrocarburos gaseosos o líquidos en un ambiente sin aire y altas temperaturas. Su principal función es proveer al neumático de tenacidad una mayor resistencia a tracción, torsión y desgaste ante las cargas abrasivas de las carreteras.

4.4.3. Óxido de zinc

Dicho compuesto en los neumáticos tiene la función de proteger ante oxidaciones.

4.4.4. Fibras textiles

Generalmente son fibras sintéticas como: el rayón, nylon, poliéster, aramida, entre otras y estas en conjunto con las fibras de acero proveen al neumático de una mayor resistencia y rigidez aportando al mismo, de un esqueleto estructural.

4.4.5. Fibras de acero

Estas fibras forman en el neumático una malla, la misma que proporciona mayor capacidad flexible reduciendo la fricción en la capa de rodadura y flancos.

4.4.6. Azufre

Se utiliza para realizar la vulcanización del caucho proveyendo de más resistencia en contra de ataques químicos.

4.4.7. Aditivos

Materiales complementarios como: plastificantes, vulcanizadores, acelerantes, retardantes y demás aditivos, se integran a la fabricación del neumático para mejorar las propiedades de durabilidad, resistencia, viscosidad, entre otras.

Tabla 4
Composición química de neumáticos.

Elemento/Compuesto	Contenido	Unidad
Carbono	70	%
Hierro	16	%
Hidrógeno	7	%
Oxígeno	4	%
Oxido de zinc	1	%
Azufre	1	%
Nitrógeno	0,5	%
Ácido esteárico	0,3	%
Halógenos	0,1	%
Ligandos cupríferos	200	mg/Kg
Cadmio	10	mg/Kg
Cromo	90	mg/Kg
Níquel	80	mg/Kg
Plomo	50	mg/Kg

Fuente: (Rivera, 2016)

CAPÍTULO V

5. ACABADOS TEXTILES

Seguidamente se mencionará detalles importantes a cerca de los acabados textiles, su clasificación y en especial se hablará de la técnica del estampado con shablón, que es el método utilizado para la aplicación de las partículas de caucho en el no tejido de lana.

5.1. Generalidades

“El acabado textil se utiliza para lograr los efectos deseados y puede tener beneficios estéticos o funcionales. Los procesos de acabado pueden modificar la apariencia final de una tela, suavizarla o mejorar elementos de su rendimiento. Independientemente del proceso que se realice, el acabado textil hace que la tela sea más atractiva para el consumidor” (Przybylek, 2007)

El acabado textil tiene como objetivo principal embellecer el material obtenido de las áreas de tejeduría que son generalmente sucias, ásperas y poco atractivas, así mismo, conferirle propiedades y darle una utilidad final. Abarca todos los procesos mecánicos y químicos a los que son sometidas las telas al abandonar las máquinas de tejer.

Para estos procesos se aplican aprestos, los mismos que proporcionan a los textiles características especiales como: cuerpo, tacto, resistencia, impermeabilidad, inarrugabilidad, entre otras.

5.2. Definición

“El acabado textil se define como una serie de operaciones llevadas a cabo en las telas ya blanqueadas, teñidas o estampadas para mejorar aún más sus propiedades y posiblemente

añadir algunas nuevas; en suma, es ennoblecer al tejido optimizando algunas de sus características” (Lavado, 2012, pág. 3)

5.3. Factores de los que depende el acabado textil

Según afirma (Puente, 2017) los factores de los que depende el acabado textil se mencionan a continuación:

- La naturaleza de la fibra y su disposición en el hilo y en el tejido.
- Las propiedades físicas de la fibra, principalmente su capacidad de hinchamiento.
- Capacidad absorbente del tejido con respecto a diversas preparaciones de acabado.
- Susceptibilidad del material o modificaciones químicas.
- El destino final del tejido y satisfacción al cliente.

5.4. Clasificación

De acuerdo con las diversas operaciones de acabados textiles existentes (Lavado, 2012) menciona que se los puede clasificar bajos tres criterios.

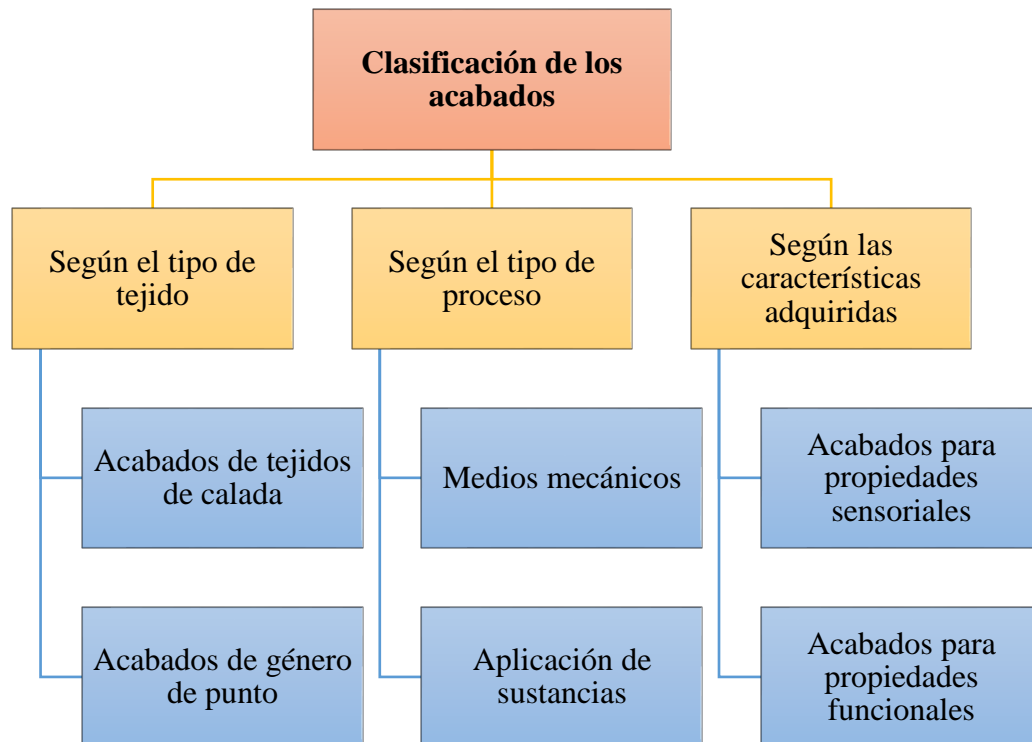


Ilustración 17. Clasificación de los acabados textiles.

Fuente: (Lavado, 2012)

5.5. Tipos de Acabados

Según (DABEDAN, 2016) existen dos tipos de acabados, los mismos que se detallan a continuación:

- El acabado mecánico/físico en el cual sus técnicas brindan cambios en las características físicas de los tejidos, así como textura, densidad, dureza, ancho, entre otros.

- El acabado químico cuyas técnicas cambian el color de las telas (pigmentación o blanqueo) y sus propiedades químicas (ignífugo, hidrófugo y otros).

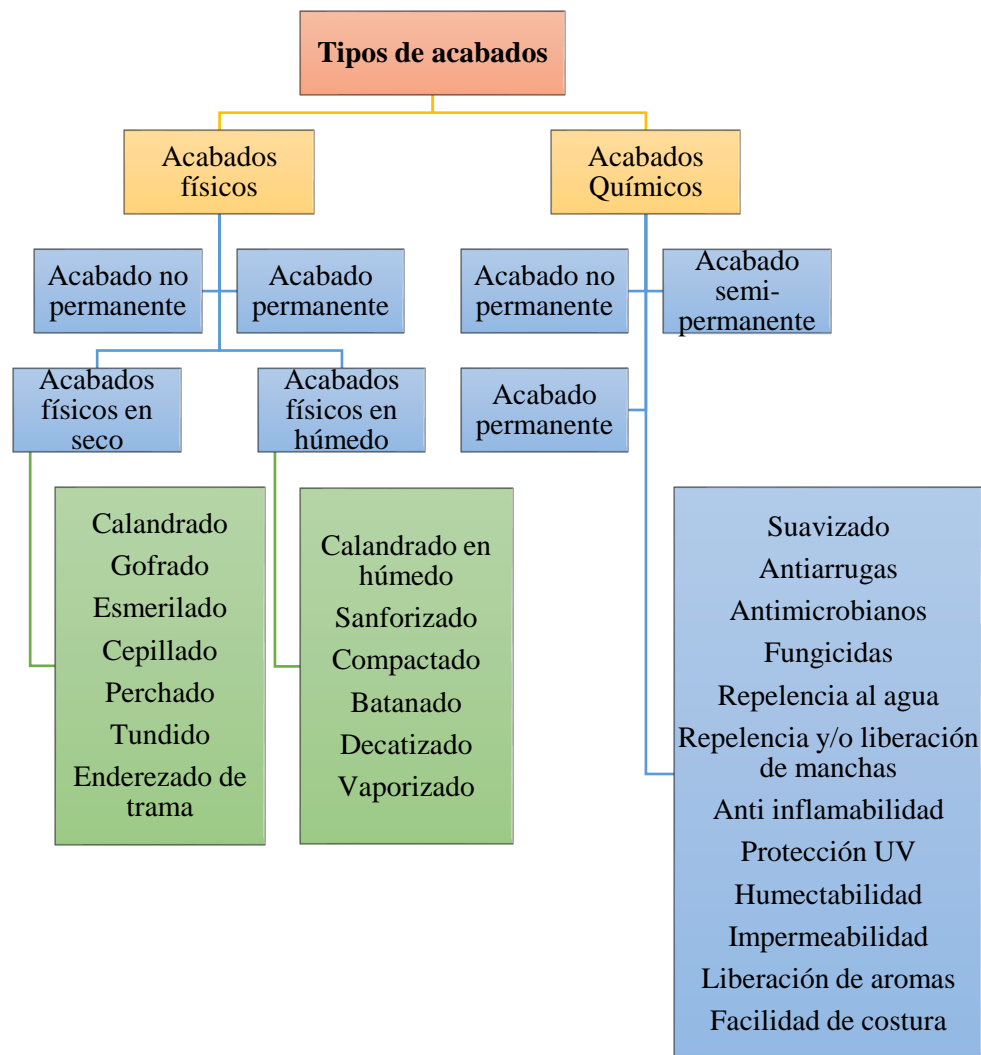


Ilustración 18. Tipos de acabados textiles.
Fuente: (Lavado, 2012)

5.6. Estampado o recubrimiento textil

“El estampado es una técnica de impresión utilizada para la reproducción de imágenes en cualquier material y consiste en transferir una tinta a través de una malla tensada en un marco” (Chávez, 2016)



Ilustración 19. Estampado con shablón.
Fuente: (COTTON INCORPORATED, 2003)

5.6.1. Propiedades del estampado

Según (COTTON INCORPORATED, 2003) con respecto a las propiedades del estampado menciona que este adquiere diferentes propiedades en base a:

- **Fibras.** - los tintes son específicos para diferentes tipos de telas, por esto los tintes y pigmentos textiles se eligen en base a las fibras que componen la tela. (pág. 1)
- **Hilos.** – el tipo de construcción de los hilos tiene también influencia en el estampado textil, puesto que el color estampado se aplica a un lado de la tela, la uniformidad, brillantez y profundidad del color es muy sensible a la vellosidad y torsión de los hilos. (pág. 2)
- Construcción de la tela. – la estructura de la tela también tiene impacto en el estampado de la tela, por ejemplo, las telas de tejido plano son más fáciles de estampar que las de tejido de punto porque son más estables dimensionalmente. (pág. 2)

5.6.2. Proceso de estampado húmedo

Los pasos básicos del proceso de estampado, una vez que el textil haya sido previamente preparado se enumeran a continuación según lo citado en (COTTON INCORPORATED, 2003)

- 1) Preparación de la pasta
- 2) Estampado de la pasta
- 3) Secado del textil estampado
- 4) Fijado del colorante
- 5) Lavado (no aplica a todas las telas)

CAPÍTULO VI

6. METODOLOGÍA

En el presente capítulo se describe todos los procesos necesarios para el desarrollo del textil técnico, iniciando desde la obtención de las partículas de caucho, el proceso de estampado, la construcción de la cámara de insonorización, el diseño e implementación del sistema de medición y también se describe los procedimientos y ensayos utilizados para el desarrollo de las diferentes pruebas.

6.1. Equipos y materiales utilizados en el proceso de obtención de las partículas de caucho

Para la obtención de las partículas de caucho es necesario contar con la presencia de equipos y materiales que se describen a continuación en la tabla 5. Además, es de suma importancia realizar el manejo adecuado de los equipos y materiales.

Tabla 5

Equipos y materiales utilizados en el proceso de obtención de las partículas de caucho.

Equipos	Materiales
Pulidora	Recogedor
Esmeril	Brocha
	Tamizador
	Imán

Fuente: Rentería Thalía

6.2. Flujograma del proceso de obtención de las partículas de caucho

El proceso de obtención de las partículas de caucho inicia con el corte en pedazos pequeños del neumático con la ayuda de una pulidora; seguidamente se realiza la separación de los tres materiales componentes, los mismos que son: caucho, alambre y fibras textiles; a continuación, se realiza la pulverización de los pedazos de caucho en el esmeril, para lo cual es necesario recubrir el esmeril para evitar que las partículas se dispersen en el aire; al finalizar este paso se recoge el polvo de caucho obtenido del esmeril con la ayuda de una brocha y un recogedor. El siguiente paso es el tamizaje de las partículas de caucho, se lo realiza con el fin de separar residuos de caucho de gran tamaño u otras fibras textiles resultantes del esmerilado; finalmente se realiza una separación magnética con un imán que recoge residuos de la piedra del esmeril inmersos en el polvo de caucho.

Todo este proceso se resume a continuación en el flujograma de la ilustración 20.

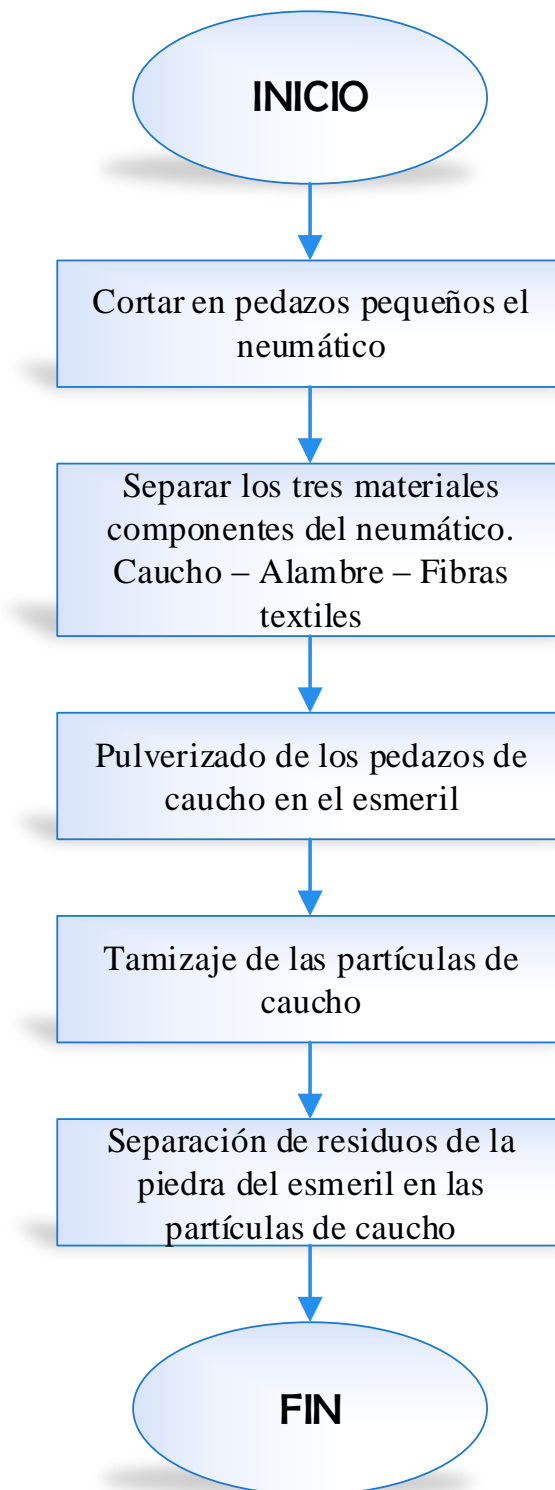


Ilustración 20. Flujograma de procesos.
Fuente: Rentería Thalía

6.3. Instrumentos, equipos, materiales y productos utilizados en el proceso de elaboración del textil técnico

Para el desarrollo del textil técnico es necesario contar con la presencia de instrumentos, equipos, materiales y productos que se describen a continuación en la tabla 6. Además, es de suma importancia realizar el manejo adecuado de los instrumentos y materiales, así como también conocer los métodos y requerimientos de los equipos.

Tabla 6

Instrumentos, equipos, materiales y productos utilizados en el proceso de elaboración del textil técnico.

Instrumentos de laboratorio	Equipos de laboratorio	Materiales	Productos
Vidrio reloj	Balanza Analítica	Bastidor	Pasta madre
Cucharilla	Horno de secado	Racleta	Ligante
Vasos de precipitación	Plancha termofijadora		Partículas de caucho
Pipetas			
Agitador			

Fuente: Rentería Thalía

6.4. Flujograma del proceso de elaboración del textil técnico

El proceso de elaboración del textil técnico inicio con la debida preparación del material textil (No tejido de lana); seguidamente se realiza el corte de este en muestras de 20 cm x 20 cm, medida necesario para posteriormente realizar diferentes pruebas; a continuación, se elabora una mezcla de determinadas cantidades de pasta madre, ligante y partículas de caucho para utilizarla en el siguiente paso que es la estampación por método de raqueteado de la mezcla sobre el no tejido. Finalizado este paso se prosigue a curar y termofijar el textil con los equipos

de laboratorio (horno de secado y plancha termofijadora) a temperaturas de 130°C y 180°C y en un tiempo de 5 min y 15 seg, respectivamente.

Todo este proceso se resume a continuación en el flujograma de la figura 21.

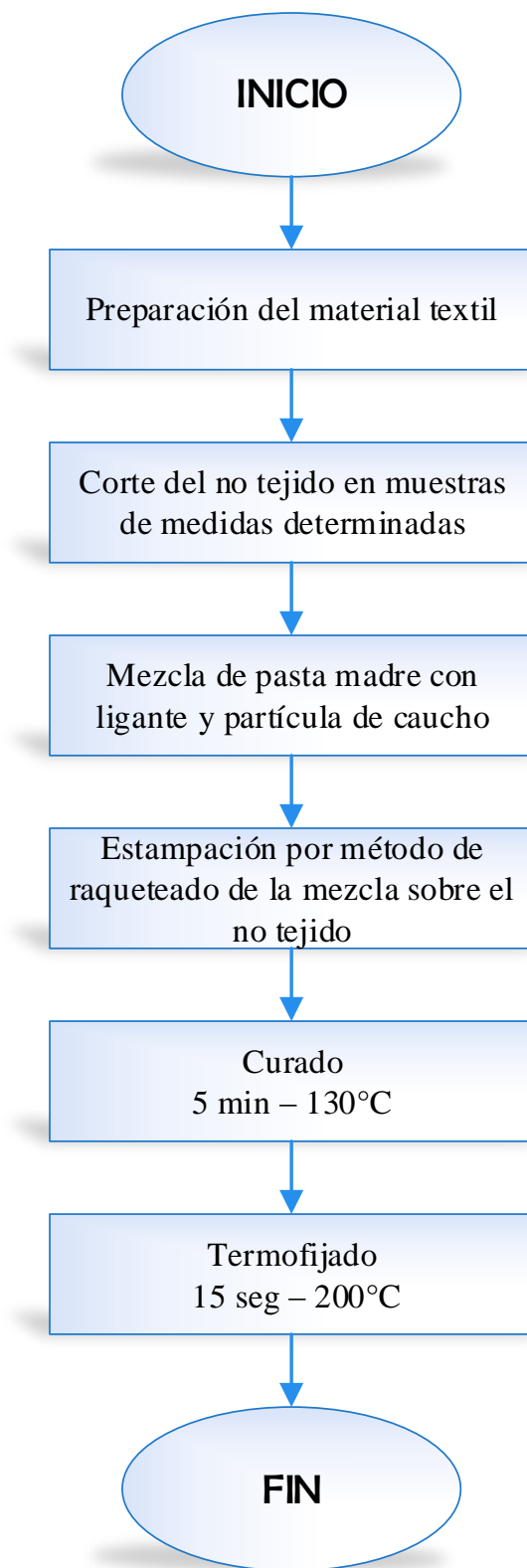


Ilustración 21. Flujograma de procesos.
Fuente: Rentería Thalía

6.5. Variables en el proceso

En el transcurso del desarrollo del textil técnico resalta una única variable importante a analizar que se detalla a continuación:

- **Concentración de partículas de caucho.** – se realiza diferentes concentraciones de partículas de caucho acompañada de pasta madre y ligante, con el fin de conocer cuál es la óptima para lograr una mejor funcionalidad del textil.

6.6. Diseño y construcción de cámara de insonorización

La cámara de insonorización es un elemento que constituye el sistema de medición del índice de atenuación de sonido, se emplea principalmente para simular un espacio cerrado y aislar el sonido; dentro de esta se encuentra un alto parlante que va a reproducir un sonido en determinadas frecuencias, el mismo que se aísla con diferentes materiales a prueba y posteriormente se mide el sonido que traspasa sobre ellos.

Se utilizó paneles de fibrocemento para construir las paredes y la base de la cámara y para la tapa madera y un recubrimiento de caucho para sujetar con mayor facilidad las muestra a prueba; finalmente se recubrió con silicona todas las uniones de la cámara para lograr hermetizarla lo mayormente posible y así evitar la fuga del sonido.

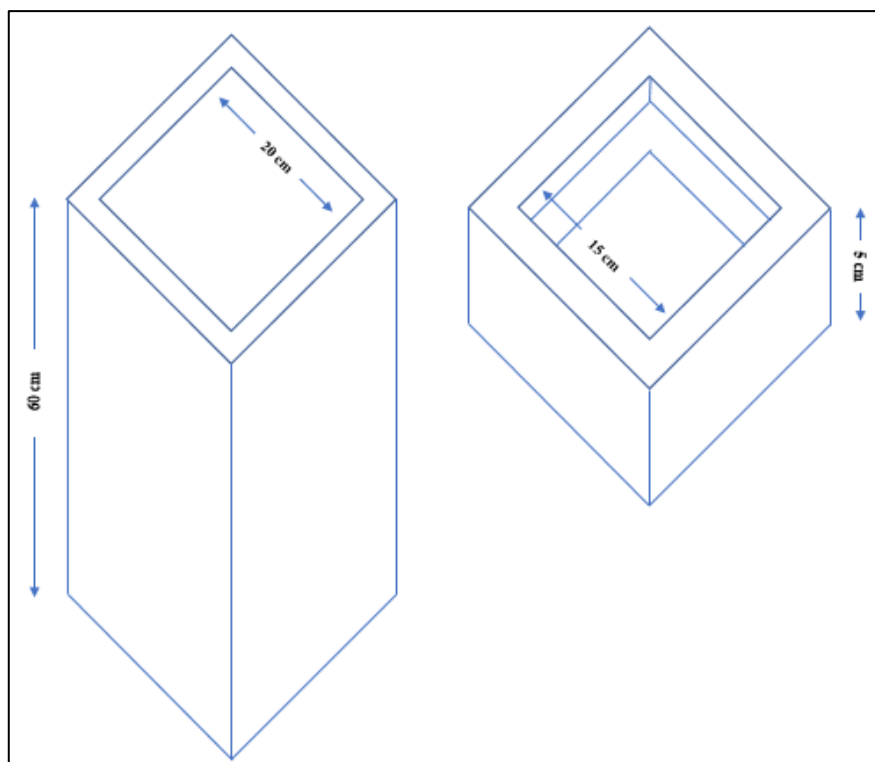


Ilustración 22. Diseño de la cámara de insonorización.

Fuente: Rentería Thalía

6.7. Equipos y herramientas utilizados en la implementación del sistema de medición del índice de atenuación de sonido

Para la implementación del sistema de medición se necesita los equipos y herramientas detallados en la tabla 7. Así mismo es importante realizar el adecuado manejo y las conexiones correctas para evitar el daño de los equipos.

Tabla 7

Equipos y herramientas utilizados en la implementación del sistema de medición del índice de atenuación de sonido.

Equipos	Herramientas
Computadora	Software de predicción (Smart V.7)
Interfaz de audio	Pedestal de micrófono
Tarjeta amplificadora de audio	Cables de audio
Parlante de 6" y 250w	
Cámara de insonorización	
Micrófono de medición Beyer Dynamic MM1	

Fuente: Rentería Thalía

6.8. Diseño e implementación del sistema de medición del índice de atenuación del sonido

En el siguiente diagrama se explica cómo se implementó el sistema de medición de índice de atenuación del sonido. En primer lugar, se instaló el Software Smaart V.7 en el computador, el mismo que permite programar y visualizar las diferentes frecuencias que se necesita para realizar las pruebas de sonido; esta señal digital emitida por el computador a través del software seguidamente es conectada a una interfaz de audio que permite transformar esta señal digital a análoga para ser amplificada en el momento que se conecta al amplificador de audio. Una vez que se compruebe que la salida del audio es exitosa, se procede a conectar el micrófono de medición, el cual permite captar las ondas sonoras que saldrán de la cámara de insonorización para su respectiva medición. Las señales captadas por el micrófono serán enviadas a la interfaz de audio para poder visualizar la medición en el software.

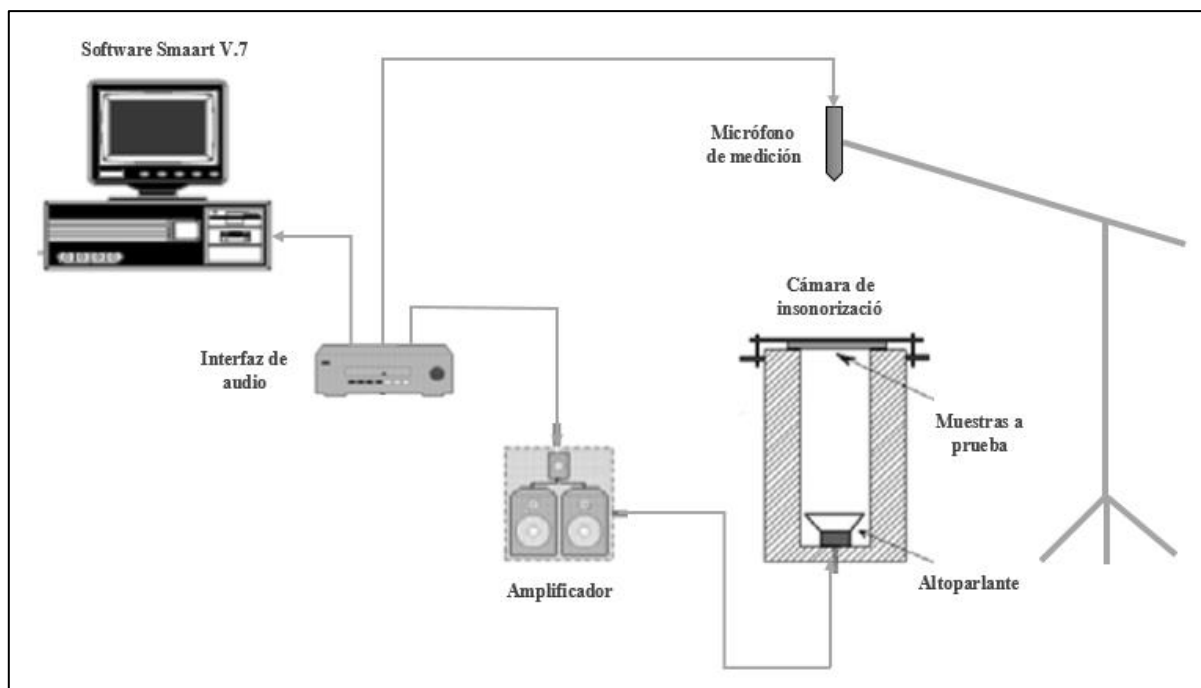


Ilustración 23. Diagrama del sistema de medición del índice de atenuación de sonido.

Fuente: Rentería Thalía

6.9. Flujograma de proceso de medición del índice de atenuación del sonido

El proceso de medición inicia por la revisión y un breve estudio del software Smaart V.7 con el fin de conocer su funcionamiento; seguidamente se realizan las conexiones de los equipos como se detalla en el ítem 6.8; a continuación, se determinan las frecuencias en las que serán medidos los niveles de potencia sonora, para esta investigación se toma las frecuencias de 250Hz, 1000Hz, 4000Hz y 8000Hz. Posteriormente, se ubica uno por uno los materiales a prueba en la parte superior de la cámara de insonorización; después se posiciona el micrófono de medición a una altura de 30cm sobre la cámara, para así de esta manera realizar las respectivas mediciones (10 mediciones por material en cada frecuencia); finalmente se realiza un registro de los datos obtenidos para la determinación del índice de atenuación.

Todo este proceso se resume a continuación en el flujograma de la ilustración 24.

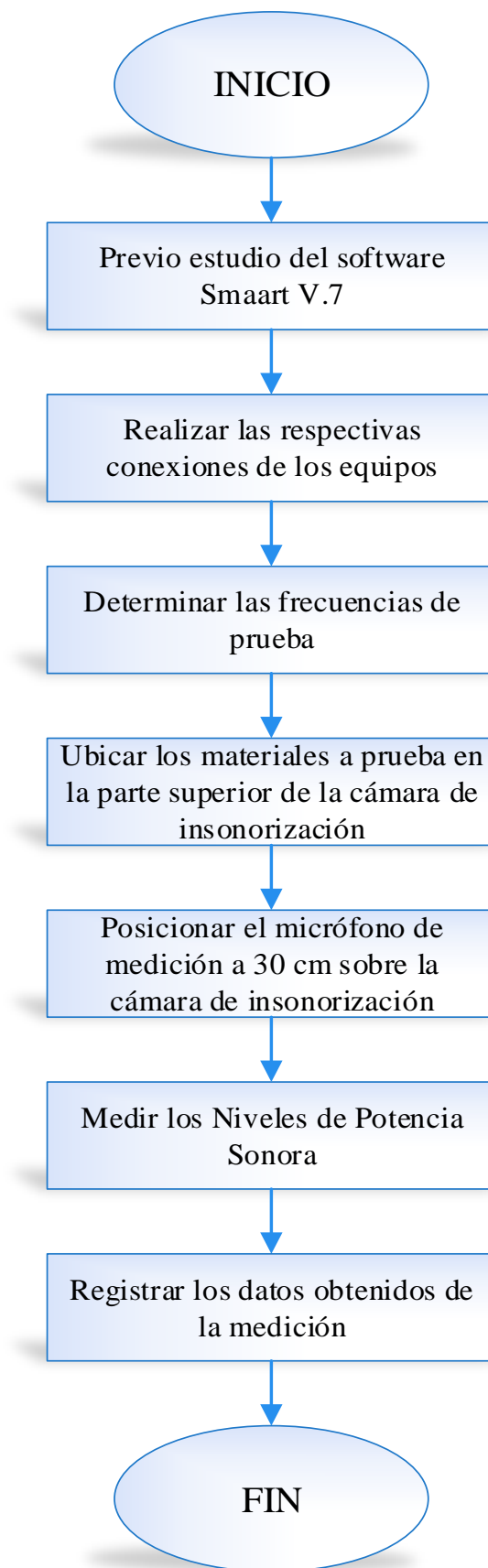


Ilustración 24. Flujograma de proceso de medición del índice de atenuación del sonido.
Fuente: Rentería Thalía

6.10. Métodos y técnicas

Una vez completo el proceso del desarrollo del textil técnico, se realizan las pruebas en el laboratorio con el fin de analizar los resultados obtenidos del mismo, en base a los siguientes ensayos:

- **ISO 3801:1977:** Determinación de la masa por unidad de longitud y masa por unidad de área en textiles.

Mediante este ensayo se determina la masa por unidad de longitud y masa por unidad de área de los sustratos textiles, (para este caso un no tejido de lana) que han sido previamente expuestos a las condiciones de temperatura y humedad que el mismo establece.

- **AATCC 08-2013** Solidez del color al frote.

Este ensayo tiene el propósito de determinar la cantidad del color que se transfiere de la superficie de un material textil a otra, después del frote.

- **AATCC 22-2014** Repelencia al agua: prueba de pulverización.

Dicha prueba tiene la finalidad de medir la resistencia de los tejidos a la humectación con el agua.

- **ISO 9073-3:1989** Determinación de resistencia a la tracción y alargamiento.

El ensayo especifica un método para la determinación de las propiedades de tracción de los no tejidos, mediante la aplicación de una fuerza longitudinalmente a una probeta de una longitud y un ancho especificados y así se logra la determinación de los valores de resistencia a la rotura y alargamiento a partir de la curva fuerza-alargamiento registrada.

- **ISO 15025** Determinación de la propagación de la llama en tejidos.

Este método comprueba las propiedades de materiales textiles y productos industriales, ya sean conformados por una única capa o multicomponentes; cuando estos son expuestos a una pequeña llama controlada bajo condiciones determinadas.

- Cálculo del coeficiente de reducción de sonido (NRC), de materiales, utilizando una cámara de insonorización, adaptado de (González, Salazar, & Cabrera, 2008)

El presente artículo presenta el desarrollo de un sistema de medición del coeficiente de reducción de sonido, así como también pruebas de varios materiales acústicos existentes en el mercado y el respectivo cálculo del coeficiente.

CAPÍTULO VII

7. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se exponen los diferentes resultados obtenidos del desarrollo de cada una de las pruebas realizadas que fueron las siguientes: pruebas de concentración, pruebas acústicas y pruebas de calidad.

7.1. Pruebas de concentración

En dichas pruebas se realizan tres diferentes concentraciones de caucho al 30%, 50% y 80%, se lo realiza mediante el método de estampación, para lo cual se utiliza un bastidor con una malla no tan fina para evitar que las partículas de caucho se queden sobre ella; en cuanto a la técnica de raqueteado se realizaron 4 pasadas en las cuales las dos primeras se las realizó de una manera suave y las dos siguientes con mayor intensidad. En la tabla 8, 9 y 10 se detallan los parámetros principales tomados en cuenta.

Tabla 8
Prueba de concentración #1

PRUEBA DE CONCENTRACIÓN #1		
Condiciones ambientales	Humedad relativa	65%
	Temperatura	22°C
ESPECIFICACIONES DEL TEXTIL SIN ACABADO		
Tipo de sustrato	No tejido	
Composición	Lana 100%	
Espesor	3mm	
Gramaje	408 ^g / _{m²}	
Área de la muestra	16cm x 16 cm	
Peso de las muestras sin acabado	12,26g	
ESPECIFICACIONES DEL TEXTIL CON ACABADO		
% Concentración de caucho	30%	6g
Pasta madre	20g	
Ligante	4ml	
Viscosidad de la pasta	60 rpm	30%
Nro. de pasadas	4	
Espesor	3mm	
Gramaje	763 ^g / _{m²}	
Peso de las muestras con acabado	13,9g	
°T de curado	Tiempo de curado	
130°C	5 min	
°T de termofijado	Tiempo de termofijado	
200°C	15 seg	

Fuente: Rentería Thalía

Observación: la muestra obtenida de esta concentración presenta un color gris claro, tacto agradable, superficie uniforme, definida y fija al sustrato textil.

Recomendación: Tener muy en cuenta el tiempo de sacado en el horno para evitar que el no tejido de lana se queme.

Tabla 9
Prueba de concentración #2

PRUEBA DE CONCENTRACIÓN #2		
Condiciones ambientales	Humedad relativa	65%
	Temperatura	22°C
ESPECIFICACIONES DEL TEXTIL SIN ACABADO		
Tipo de sustrato	No tejido	
Composición	Lana 100%	
Espesor	3mm	
Gramaje	408 g/m^2	
Área de la muestra	16cm x 16 cm	
Peso de la muestra sin acabado	9,99g	
ESPECIFICACIONES DEL TEXTIL CON ACABADO		
% Concentración de caucho	50%	10g
Pasta madre	20g	
Ligante	8ml	
Viscosidad de la pasta	60 rpm	30%
Nro. de pasadas	4	
Espesor	3mm	
Gramaje	987 g/m^2	
Peso de la muestra con acabado	14,4g	
°T de curado	Tiempo de curado	
130°C	5 min	
°T de termofijado	Tiempo de termofijado	
200°C	15 seg	

Fuente: Rentería Thalía

Observación: la muestra obtenida de esta concentración presenta un color gris más intenso a comparación de la anterior, tacto agradable, superficie uniforme, definida y fija al sustrato textil.

Tabla 10
Prueba de concentración #3

PRUEBA DE CONCENTRACIÓN #3		
Condiciones ambientales	Humedad relativa	65%
	Temperatura	22°C
ESPECIFICACIONES DEL TEXTIL SIN ACABADO		
Tipo de sustrato	No tejido	
Composición	Lana 100%	
Espesor	3mm	
Gramaje	408 ^g / _{m²}	
Área de la muestra	16cm x 16 cm	
Peso de las muestras sin acabado	8,92g	
ESPECIFICACIONES DEL TEXTIL CON ACABADO		
% Concentración de caucho	80%	16g
Pasta madre	20g	
Ligante	20ml	
Viscosidad de la pasta	60 rpm	30%
Nro. de pasadas	4	
Espesor	3mm	
Gramaje	964 ^g / _{m²}	
Peso de las muestras con acabado	14,5g	
°T de curado	Tiempo de curado	
130°C	5 min	
°T de termofijado	Tiempo de termofijado	
200°C	15 seg	

Fuente: Rentería Thalía

Observación: la muestra obtenida de esta concentración presenta un color gris oscuro, tacto agradable, superficie uniforme, definida y fija al sustrato textil.

7.2. Pruebas acústicas

Las pruebas acústicas se realizan con el fin de determinar la funcionalidad del textil técnico mediante el *Cálculo del coeficiente de reducción de sonido (NRC), de materiales, utilizando una cámara de insonorización, adaptado de* (González, Salazar, & Cabrera, 2008), en las siguientes tablas se presentan los datos obtenidos de las mediciones de 5 materiales diferentes en 4 frecuencias.

En la tabla 11. se enlista los diferentes materiales puestos a prueba y se les asigna una denominación para una mejor comprensión en las siguientes tablas.

Tabla 11
Materiales a prueba.

MATERIALES A PRUEBA	
Denominación	Material
0	Sin aislante acústico
1	Con material aislante existente Espuma flexible de poliuretano expandido (Pes de $32 \text{ Kg}/\text{m}^3$)
2	No tejido sin acabado
3	No tejido con acabado al 30%
4	No tejido con acabado al 50%
5	No tejido con acabado al 80%

Fuente: Rentería Thalía

En la ilustración 25. se indica cómo se visualizan los valores y el espectro acústico medidos en el sistema, a continuación, se registra los datos y se los ordena en tablas especificando el material y la frecuencia en los que han sido medidos.

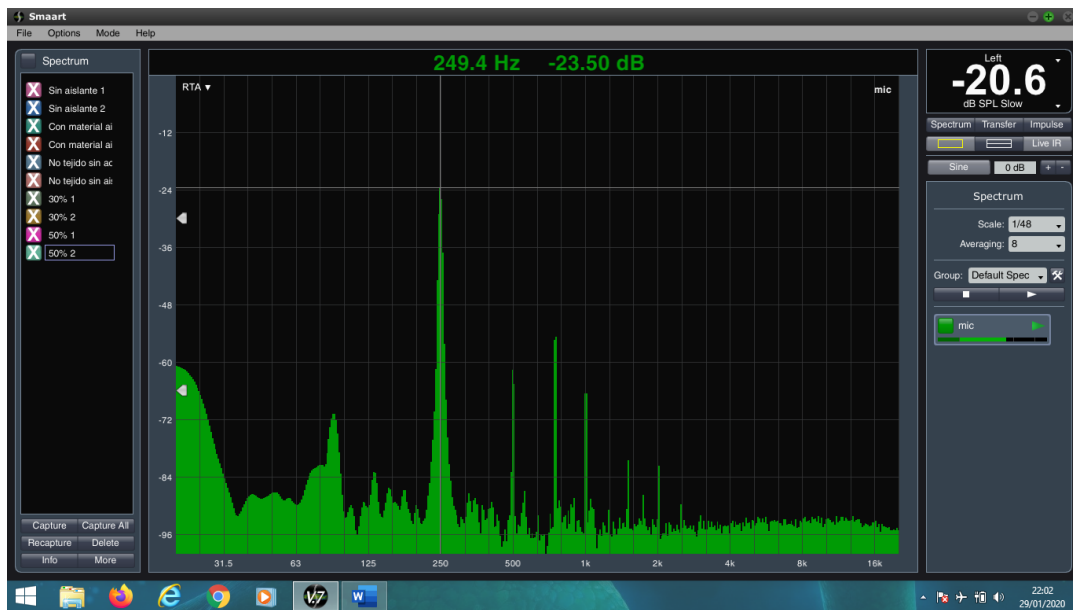


Ilustración 25. Visualización de datos en el Software Smaart V7.
Fuente: Rentería Thalía

Las tablas 12, 13, 14 y 15 presentan los valores del nivel de potencia sonora, obtenidos de las diez mediciones tomadas de cada material y en cuatro frecuencias diferentes 250Hz, 1000Hz, 4000Hz y 8000Hz.

Tabla 12

Datos obtenidos en la medición del nivel de potencia sonora en la frecuencia de 250 Hz.

FRECUENCIA 250 HZ						
Materiales	0	1	2	3	4	5
1	-10,7	-13,8	-15,7	-18,5	-19,8	-20,6
2	-10,7	-13,7	-15,8	-18,4	-19,9	-20,7
3	-10,8	-13,8	-15,7	-18,5	-19,9	-20,6
4	-10,6	-13,7	-15,9	-18,4	-19,7	-20,7
5	-10,7	-13,7	-15,8	-18,5	-19,8	-20,5
6	-10,6	-13,8	-15,8	-18,5	-19,7	-20,6
7	-10,8	-13,8	-15,7	-18,4	-19,8	-20,5
8	-10,6	-13,7	-15,9	-18,5	-19,9	-20,7
9	-10,7	-13,8	-15,8	-18,4	-19,9	-20,5
10	-10,7	-13,7	-15,9	-18,4	-19,8	-20,7
Media	-10,69	-13,75	-15,8	-18,45	-19,82	-20,61
Min	-10,8	-13,8	-15,9	-18,5	-19,9	-20,7
Max	-10,6	-13,7	-15,7	-18,4	-19,7	-20,5

Fuente: Rentería Thalía

Tabla 13

Datos obtenidos en la medición del nivel de potencia sonora en la frecuencia de 1000 Hz.

FRECUENCIA 1000 HZ						
Materiales	0	1	2	3	4	5
1	-12	-15,5	-17,4	-28,9	-29	-29,9
2	-12,2	-15,5	-17,3	-28,9	-29	-29,7
3	-12,1	-15,5	-17,3	-28,9	-29,1	-29,7
4	-12	-15,6	-17,3	-28,9	-29,1	-29,9
5	-12,2	-15,5	-17,4	-28,9	-29	-29,8
6	-12,1	-15,5	-17,4	-28,9	-29	-29,7
7	-12	-15,6	-17,3	-28,9	-29	-29,8
8	-12,2	-15,6	-17,3	-28,9	-29,1	-29,8
9	-12,2	-15,5	-17,3	-28,9	-29	-29,7
10	-12,1	-15,5	-17,3	-28,9	-29	-29,9
Media	-12,11	-15,53	-17,33	-28,9	-29,03	-29,79
Min	-12,2	-15,6	-17,4	-28,9	-29,1	-29,9
Max	-12	-15,5	-17,3	-28,9	-29	-29,7

Fuente: Rentería Thalía

Tabla 14

Datos obtenidos en la medición del nivel de potencia sonora en la frecuencia de 4000 Hz.

FRECUENCIA 4000 HZ						
Materiales	0	1	2	3	4	5
1	-12,4	-21,4	-23,5	-39,8	-39,7	-42,3
2	-12,4	-21,3	-23,4	-39,8	-39,7	-42
3	-12,3	-21,2	-23,5	-39,8	-39,7	-42,2
4	-12,2	-21,3	-23,4	-39,7	-39,7	-42,2
5	-12,2	-21,2	-23,5	-39,9	-39,7	-42
6	-12,3	-21,3	-23,3	-39,7	-39,7	-42,3
7	-12,4	-21,2	-23,5	-39,7	-39,7	-42,3
8	-12,3	-21,2	-23,3	-39,9	-39,7	-42,2
9	-12,3	-21,4	-23,5	-39,9	-39,7	-42
10	-12,3	-21,4	-23,5	-39,9	-39,7	-42
Media	-12,31	-21,29	-23,44	-39,81	-39,7	-42,15
Min	-12,4	-21,4	-23,5	-39,9	-39,7	-42,3
Max	-12,2	-21,2	-23,3	-39,7	-39,7	-42

Fuente: Rentería Thalía

Tabla 15

Datos obtenidos en la medición del nivel de potencia sonora en la frecuencia de 8000 Hz.

FRECUENCIA 8000 HZ						
Materiales	0	1	2	3	4	5
1	-12,7	-23,5	-25,6	-36,5	-37,9	-40,2
2	-12,8	-23,4	-25,5	-36,5	-38	-40,4
3	-12,6	-23,4	-25,6	-36,5	-38	-40,6
4	-12,7	-23,5	-25,6	-36,7	-38	-40,2
5	-12,6	-23,4	-25,5	-36,5	-38	-40,2
6	-12,6	-23,4	-25,6	-36,7	-37,9	-40,3
7	-12,7	-23,5	-25,6	-36,7	-38	-40,6
8	-12,8	-23,5	-25,5	-36,7	-37,9	-40,6
9	-12,7	-23,4	-25,6	-36,7	-37,9	-40,4
10	-12,6	-23,4	-25,6	-36,5	-38	-40,4
Media	-12,68	-23,44	-25,57	-36,6	-37,96	-40,39
Min	-12,8	-23,5	-25,6	-36,7	-38	-40,6
Max	-12,6	-23,4	-25,5	-36,5	-37,9	-40,2

Fuente: Rentería Thalía

La medición y el análisis de cada una de las muestras fue realizado bajo el mismo proceso y sistema de medición, registrando valores de los niveles de potencia sonora en **decibeles (db)**, los mismos que se visualizaron en el software.

7.2.1. Resumen de los resultados obtenidos en las pruebas acústicas

En la tabla 16 se indica el resumen de los resultados obtenidos de la medición del nivel de potencia sonora que cada uno de los materiales puestos a prueba dejan pasar en cada frecuencia, en la misma se presenta el promedio por cada material.

Tabla 16

Promedios de nivel de potencia sonora en db.

Hz	POTENCIA SONORA EN DB					
	MATERIALES					
	0	1	2	3	4	5
250	-10,69	-13,75	-15,8	-18,45	-19,82	-20,61
1000	-12,11	-15,53	-17,33	-28,9	-29,03	-29,79
4000	-12,31	-21,29	-23,44	-39,81	-39,7	-42,15
8000	-12,68	-23,44	-25,57	-36,6	-37,96	-40,39
Promedio por material	-11,95	-18,50	-20,54	-30,94	-31,63	-33,24

Fuente: Rentería Thalía

De la información obtenida se puede observar que en la frecuencia más alta de 8000Hz, los valores de los niveles de potencia sonora de los materiales 3, 4 y 5 comienzan a ser más bajos en comparación a los valores en las frecuencias menores, en donde los valores en todos los materiales presentan un incremento

Seguidamente, se construye la ilustración 26 que está compuesta en base a los datos obtenidos en la tabla 16, en ella se puede observar claramente la producción del sonido sin

ningún material aislante y el mismo sonido cuando es interrumpido por cada uno de los materiales en prueba. Las líneas de dicha ilustración indican que los materiales se comportan de una manera distinta en la variación de las frecuencias. Estas líneas se encuentran graficadas en un eje **Y negativo**, por lo tanto, se interpreta de la siguiente manera:

- Valores más cercanos a 0 – menor aislación de ruido
- Valores más alejados de 0 – más aislación de ruido

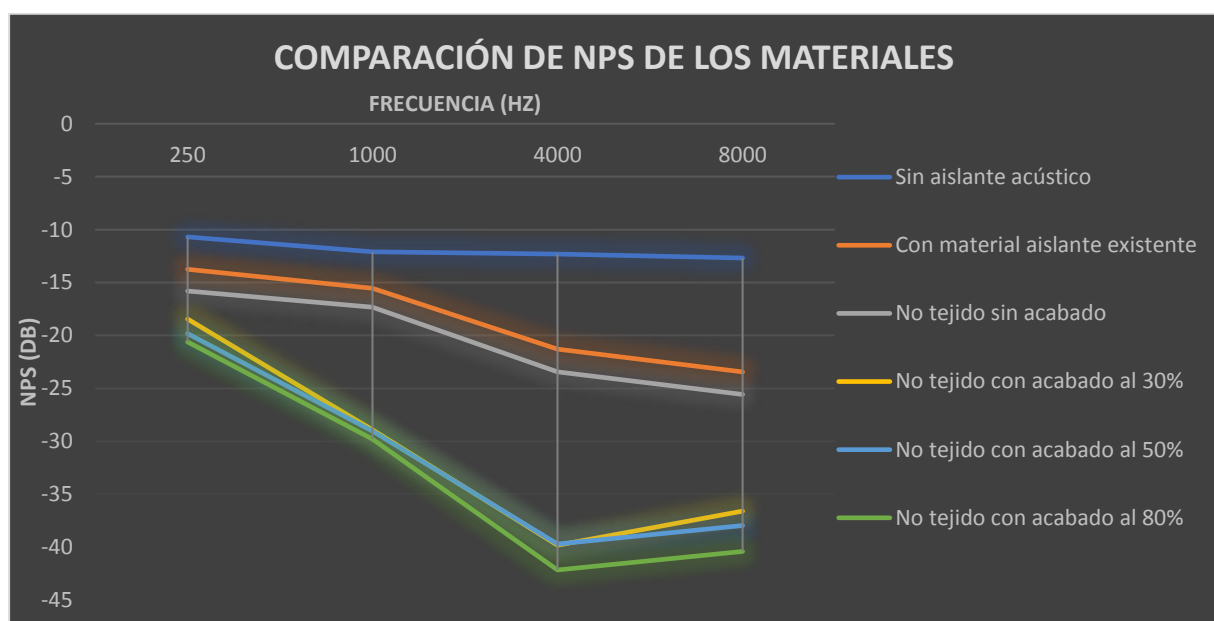


Ilustración 26. Comparación de los Niveles de Presión Sonora de los materiales.

Fuente: Rentería Thalía

Gracias a la representación gráfica de los datos obtenidos, se puede observar claramente y en efecto deducir que los materiales que mejor aíslan el ruido son los no tejidos con acabado en concentraciones al 30, 50 y 80% respectivamente, en comparación con el material aislante ya existente en el mercado y el no tejido sin acabado que son aquellos que menos aíslan el ruido.

7.2.2. Análisis de la varianza

Una vez obtenido el promedio de las medidas del nivel de potencia sonora de las muestras sometidas a pruebas en el sistema de medición, se elabora una única tabla de resultados para realizar el análisis estadístico en el programa PAST 3. A continuación en la tabla 17 se presenta los datos obtenidos en dicho programa.

Tabla 17

Análisis de la varianza de los resultados.

Univariate statistics						
	A	B	C	D	E	F
N	4	4	4	4	4	4
Min	-12,68	-23,44	-25,57	-39,81	-39,7	-42,15
Max	-10,69	-13,75	-15,8	-18,45	-19,82	-20,61
Sum	-47,79	-74,01	-82,14	-123,76	-126,51	-132,94
Mean	-11,9475	-18,5025	-20,535	-30,94	-31,6275	-33,235
Std. error	0,4354763	2,301649	2,353765	4,751089	4,577389	5,016057
Variance	0,7585583	21,19036	22,16083	90,2914	83,80996	100,6433
Stand. dev	0,8709525	4,603299	4,707529	9,502179	9,154778	10,03211
Median	-12,21	-18,41	-20,385	-32,75	-33,495	-35,09
25 prcntil	-12,5875	-22,9025	-25,0375	-39,0075	-39,265	-41,71
75 prcntil	-11,045	-14,195	-16,1825	-21,0625	-22,1225	-22,905
Skewness	1,557554	-0,05757783	-0,08356871	0,8374431	0,7678468	0,645996
Kurtosis	2,757297	-4,273353	-4,526431	-0,5920816	-1,476078	-2,151914
Geom. mean	0	0	0	0	0	0
Coeff. var	-7,289831	-24,87933	-22,92442	-30,71163	-28,94563	-30,18539

Fuente: Rentería Thalía

7.2.3. Confiabilidad de datos

En la tabla 18 se indica los resultados del análisis de la confiabilidad de los datos obtenidos de las pruebas realizadas; se desarrolla la prueba de Normalidad para aceptar la hipótesis nula tomando la referencia de los cuatro métodos que dispone el programa, Shapiro-Wilk W, Anderson-Darling A, Lilliefors L, Jarque-Bera JB p(normal). Verificando que todos los valores son mayores a 0,05; se basa en los resultados confiables de dichos métodos y se confirma que los datos tienen una confiabilidad del 95%

Tabla 18

Test de Normalidad de los resultados.

Tests for normal distribution						
	A	B	C	D	E	F
N	4	4	4	4	4	4
Shapiro-Wilk W	0,8624	0,9128	0,899	0,9405	0,9127	0,909
p(normal)	0,269	0,4975	0,426	0,6571	0,4966	0,4772
Anderson-Darling A	0,3898	0,2755	0,2969	0,2355	0,2746	0,2796
p(normal)	0,1887	0,435	0,3737	0,5489	0,4377	0,4225
p(Monte Carlo)	0,2129	0,5409	0,4639	0,6976	0,5546	0,5379
Lilliefors L	0,324	0,2408	0,252	0,2243	0,2554	0,2621
p(normal)	0,153	0,5794	0,5058	0,6883	0,4839	0,4421
p(Monte Carlo)	0,1454	0,6316	0,5561	0,7217	0,5251	0,4655
Jarque-Bera JB	0,6546	0,5228	0,5437	0,4285	0,4562	0,4612
p(normal)	0,7209	0,77	0,762	0,8072	0,796	0,794
p(Monte Carlo)	0,1773	0,3778	0,3279	0,6258	0,5607	0,5497

Fuente: Rentería Thalía

7.2.4. Cálculo del coeficiente de reducción de sonido

Para realizar el cálculo del coeficiente, primeramente, se debe calcular la pérdida de transmisión de sonido (STL), la misma que está definida como la diferencia entre la intensidad de la fuente sonora y el ruido transmitido después de la muestra, este se representa por medio de valores numéricos determinados por los diferentes materiales en cada una de las frecuencias; además se debe conocer sobre el coeficiente de transmisión de sonido (STC) que se define como el promedio de los valores de cada material en la pérdida de transmisión de sonido.

Tabla 19

Pérdida de transmisión de sonido.

COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE SONIDO (STL)					
Hz	PERDIDA DE TRANSMISIÓN DE SONIDO				
	1	2	3	4	5
250	3,06	5,11	7,76	9,13	9,92
1000	3,42	5,22	16,79	16,92	17,68
4000	8,98	11,13	27,5	27,39	29,84
8000	10,76	12,89	23,92	25,28	27,71
Media	6,56	8,59	18,99	19,68	21,29

Fuente: Rentería Thalía

Con el cálculo de la pérdida de transmisión de sonido se obtienen valores reales de la atenuación que se experimentan con cada material, de esta manera se comprueba que el no tejido con acabado al 80% (material 5) presenta el mejor margen de atenuación por su promedio de 21,29 (db), mientras que, con material aislante existente (material 1) presenta el índice más bajo de atenuación con un promedio de 6,56 (db)

Para realizar el cálculo del coeficiente de reducción de ruido (NRC) se debe tomar en cuenta:

- Primeramente, se debe calcular el coeficiente de absorción de sonido (SAC), el mismo que se define como el porcentaje de energía acústica absorbida por cada material en cada una de las frecuencias.
- Segundo, se debe conocer que el coeficiente de reducción de ruido es el promedio aritmético del coeficiente de absorción del sonido de cada material en las diferentes frecuencias y expresado en porcentaje.

El coeficiente de absorción de sonido está definido por la ecuación 1, la misma que representa una proporción en peso de la pérdida de transmisión del sonido comparado con el nivel de potencia sonora cuando no se tiene aislante. En donde NRC ideal es igual 1.

$$SAC = NRC * \frac{STL}{NPS}$$

Ecuación 1. Coeficiente de absorción de sonido.

Una vez calculados todos los valores de SAC, uno por frecuencia, se procede a promediar estos valores y es así como se consigue el valor de NRC.

Tabla 20
Coeficiente de reducción de sonido.

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE SONIDO (NRC)					
Hz	1	2	3	4	5
250	-0,29	-0,48	-0,73	-0,85	-0,93
1000	-0,28	-0,43	-1,39	-1,40	-1,46
4000	-0,73	-0,90	-2,23	-2,23	-2,42
8000	-0,85	-1,02	-1,89	-1,99	-2,19
Media	-0,54	-0,71	-1,56	-1,62	-1,75

Fuente: Rentería Thalía

A continuación, en la tabla 21 se presentan los resultados finales del cálculo del coeficiente de transmisión de sonido y del coeficiente de reducción de ruido, que son los valores principales que se debe tomar en cuenta, para con ellos poder valorar las características de aislamiento acústico de los materiales en prueba.

Tabla 21
Resumen de la atenuación de ruido para cada material.

RESUMEN DE ATENUACIÓN			
Nro.	MATERIALES	STC	NRC
1	Con material aislante existente	6,56	-0,54
2	No tejido sin acabado	8,59	-0,71
3	No tejido con acabado al 30%	18,99	-1,56
4	No tejido con acabado al 50%	19,68	-1,62
5	No tejido con acabado al 80%	21,29	-1,75

Fuente: Rentería Thalía

7.3. Pruebas de calidad

Estas pruebas se desarrollaron con el propósito de determinar las nuevas características y propiedades que ha adquirido el textil, a continuación, en las tablas se detallan los distintos ensayos realizados y sus respectivos resultados.

7.3.1. Solidez del color al frote

En este ensayo se valora en el espectrofotómetro la transferencia del color al testigo después del frote en escala de 1 a 5, siendo 1 la solidez más baja y 5 la mejor solidez. Se realiza el ensayo a las tres probetas con las tres concentraciones de caucho y los resultados se especifican en la tabla 22.

Tabla 22
Solidez del color al frote.

Concentración	30%	50%	80%
Valoración de la transferencia del color	4,5	4,5	3,5
Referencia	Buena	Buena	Regular

Fuente: Rentería Thalía

7.3.2. Repelencia al agua: prueba de pulverización

En la prueba de repelencia al agua, se evalúa observando el aspecto del textil con las tres diferentes concentraciones después de pulverizar el agua sobre ellos; se compara con los estándares de calidad y se da una valoración, en este caso 100 (ISO 5) que denota que no se pega ni humedece la superficie del textil y al mismo tiempo indica que la muestra es totalmente repelente al agua.

Tabla 23
Repelencia al agua.

Concentración	30%	50%	80%
Valoración	100 (ISO 5)	100 (ISO 5)	100 (ISO 5)
Referencia	No se pega ni humedece la superficie de la muestra		

Fuente: Rentería Thalía

7.3.3. Determinación de resistencia a la tracción y alargamiento

Tabla 24

Resistencia a la tracción y alargamiento.

	Sin acabado		30%		50%		80%	
Probetas	Fuerza máxima (N)	Energía a la rotura (J)	Fuerza máxima (N)	Energía a la rotura (J)	Fuerza máxima (N)	Energía a la rotura (J)	Fuerza máxima (N)	Energía a la rotura (J)
1	88,15	3274,47	54,04	2139,49	54,33	2740,35	140,74	3270,29
2	35,51	1055,63	51,52	1538,58	94,47	4640,01	146,85	5052,53
3	58,19	2020,36	54,87	1775,73	148,97	6321,98	181,93	5194,06
Media	60,62	2116,82	53,48	1817,93	99,26	4567,45	156,51	4505,63

Fuente: Rentería Thalía

7.3.4. Determinación de la propagación de la llama en tejidos

Para la valoración en la prueba de propagación de la llama en tejidos, se toma en cuenta el tiempo de postcombustión, el mismo que es el tiempo que dura la llama en el tejido antes de que se apague y la longitud máxima dañada, que es la medida del daño ocasionado por la llama en el tejido.

Tabla 25

Propagación de la llama en tejidos.

Concentración	Tiempo de aplicación de la llama	Tiempo de postcombustión	Longitud máxima dañada
30%	10seg	2seg	8mm
50%	10seg	2seg	10mm
80%	10seg	20seg	100mm

Fuente: Rentería Thalía

CAPITULO VIII

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

- En base a la revisión bibliográfica se concluye que el análisis de la información aportó positivamente para el desarrollo de este proyecto, dando a conocer aspectos importantes de los diferentes temas tratados que posteriormente se los puso en práctica en la realización de las pruebas de concentración, acústicas y de calidad; las mismas que fueron necesarias para determinar la funcionalidad del textil.
- Del proceso de obtención de las partículas de caucho de neumáticos reciclados, se concluye que el mejor método para la obtención de estas, fue mediante la utilización de un esmeril, ya que el equipo permitió obtener partículas de menor tamaño de una manera más sencilla y rápido a diferencia de otros métodos experimentados.
- Se concluye que el sistema idóneo de serigrafía para aplicar el acabado sobre el no tejido de lana es el estampado con bastidor o shablón, utilizando una malla con un mesh número 33,02 y orificios en forma de polígono para que las partículas puedan traspasar sin dificultad y evitar que se queden sobre la malla y de esta manera puedan formar una película uniforme sobre toda la superficie del tejido.
- Para concluir, la efectividad del textil técnico con las tres diferentes concentraciones de caucho, es mayor respecto a la del material aislante ya existente en el mercado (Espuma flexible de poliuretano expandido (Pes de $32 \text{ Kg}/\text{m}^3$) y la del no tejido sin acabado, demostrándose que las propiedades acústicas, son adecuadas para aislar o atenuar el ruido de un determinado espacio, con un coeficiente de reducción de sonido de (-1,56), (-1,62) y (-1,75) y una eficiencia del 25, 26 y 28% respectivamente.
- Mediante la elaboración del presente trabajo de investigación, se concluye que los parámetros importantes para determinar si un material tiene buena o mala capacidad de

aislar el ruido son: las características del ruido que se desea aislar, las frecuencias a las que son sometidas, la densidad y espesor de los materiales a prueba y la tipología o forma del material aislante.

- En conclusión, de la prueba de solidez del color al frote se tiene que: el textil con concentraciones de caucho al 30% y 50% presentan una buena solidez del color al frote, es decir, que la transferencia del color en el testigo es mínima; en comparación con el textil que tiene la mayor concentración de caucho que posee una solidez del color al frote regular y no tan buena.
- Se concluye que en el ensayo de repelencia al agua: prueba de pulverización, realizando la valoración respectiva a los resultados de esta, se obtuvo la misma calificación 100 (ISO 5) para las tres probetas, indicando así que no se pega ni se humedece la superficie del textil y además que las muestras son repelentes al agua.
- Después de analizar los resultados obtenidos en la prueba de determinación de resistencia a la tracción y alargamiento, se concluye que la probeta con mayor concentración de caucho (80%) tiene mayor resistencia a la tracción y alargamiento, lo que confirma que el acabado con las partículas de caucho le proporciona al textil esta propiedad.
- Para finalizar, en el ensayo de la determinación de la propagación de la llama en tejidos se concluye que las probetas que menor daño tienen ocasionado por la llama y que tienen mejor propiedad ignífuga son los textiles que tiene las concentraciones de 30% y 50%, a diferencia del textil con concentración al 80% que presenta mayor daño ocasionado por la llama y mayor tiempo de postcombustión.

8.2. Recomendaciones

- En la construcción de la cámara de insonorización, se recomienda hacer la cabina lo más hermética posible, sellando todas las uniones y posibles puntos de fuga que puedan existir; para así lograr encerrar al máximo el sonido evitando que se escape y en efecto obtener datos reales y precisos.
- Para la elaboración de las pruebas acústicas, se recomienda realizar la correcta instalación de los componentes del sistema de medición, así mismo la respectiva calibración del Software y la adecuación de la distancia entre el micrófono de medición y la cámara de insonorización.
- Las pruebas acústicas, se recomienda realizarlas en horas de la noche y de preferencia en días no lluviosos, para conseguir que el sonido de fondo sea el menor posible y de este modo captar mediciones reales del sonido.
- Considerar la aplicación de las partículas de caucho en no tejidos de otras fibras diferente a la lana, para la comparación con materiales aislantes en el mercado, en cuanto al índice de atenuación de ruido.
- Se recomienda manejar adecuadamente los productos y sustancias utilizados para el desarrollo de la investigación y así evitar contaminaciones cuando los residuos sean desechados a la cañería.
- Del mismo modo, se recomienda implementar la presente investigación en otras aplicaciones como material para la fabricación de zapatos, mochilas y otros accesorios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACNUSA. (219). Obtenido de Unidades de medida : [https://www.acnusa.fr/es/unidades-de-medida/140#:~:text=El%20decibelio%20o%20decibel%20\(dB,m%C3%A1s%20peque%C3%B1a%20diferencia%20de%20nivel](https://www.acnusa.fr/es/unidades-de-medida/140#:~:text=El%20decibelio%20o%20decibel%20(dB,m%C3%A1s%20peque%C3%B1a%20diferencia%20de%20nivel)
- AISLACUSTIC*. (2020). Obtenido de <https://aislacustic.com/definicion-aislamiento-acustico/>
- Castro, I. G. (2008). *MATERIALES Y COMPUESTOS PARA LA INDUSTRIA DEL NEUMÁTICO*. Obtenido de https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf
- Chávez, L. (07 de Noviembre de 2016). *ISSUU*. Obtenido de https://issuu.com/luischavezjr./docs/sistema_de_impresion
- Consultoría e Ingeniería acústica*. (30 de Enero de 2012). Obtenido de <http://www.consultoriaacustica.es/potencia-sonora-presion-intensidad-sonora/>
- Córdova, J. M. (2016). *Metaportal*. Obtenido de <https://www.antioquiatic.edu.co/>
- Cotec. (Mayo de 2014). *31 Textiles Técnicos*. Obtenido de http://informecotec.es/media/N31_Textiles_Tec.pdf
- COTTON INCORPORATED. (2003). *BOLETÍN TÉCNICO*. Obtenido de ESTAMPADO TEXTIL: <https://www.cottoninc.com/wp-content/uploads/2017/12/ISP-1004-Estampado-Textil.pdf>
- DABEDAN. (05 de Mayo de 2016). *Tintura y acabados textiles*. Obtenido de <https://www.dabedan.com/tintura-y-acabados-textiles.html>
- Eduardo, I. M., & Paúl, O. S. (Mayo de 2014). Diseño y simulación de un sistema de insonorización y ventilación para cuartos de máquinas . Quito , Pichincha , Ecuador .
- Enciclopedia Británica . (22 de Abril de 2016). *Neumáticos*. Obtenido de <https://www.britannica.com/technology/tire>
- European Acústica* . (06 de Febrero de 2018). Obtenido de <https://www.europeanacustica.com/aislamiento-acustico/la-importancia-del-uso-de-materiales-acusticos>
- Floría, P. M. (2007). *GESTIÓN DE LA HIGIENE INDUSTRIAL EN LA EMPRESA*. FUNDACIÓN CONFEMETAL.
- García, A. (1988). *La Contaminación acústica* . Valencia .

- González, H. Á., Salazar, E. G., & Cabrera, C. H. (Junio de 2008). Cálculo del coeficiente de reducción de ruido (NRC), de materiales, utilizando una cámara de insonorización. Pereira, Colombia : Universidad Tecnológica de Pereira .
- Guillem, Graell, & Deniel. (2003). NUEVAS OPORTUNIDADES, Los Textiles Técnicos. *Boletín económico de ICE*, págs. 85-90.
- Haendel, G. F. (117 de Diciembre de 2018). *Educación musical* . Obtenido de El Sonido: producción y propagación : <https://josesaporta.wordpress.com/el-sonido-cualidades-del-sonido/el-sonido-produccion-y-propagacion/>
- INDA. (2020). Obtenido de Association of the Nonwoven Fabrics Industry : <https://www.inda.org/about-nonwovens/>
- Isan, A. (27 de Noviembre de 2017). *Ecología Verde*. Obtenido de www.ecologiaverde.com
- Kane, J. W., & Sternheim, M. M. (2007). *Física*. Massachusetts: REVERTÉ.
- Lavado, F. E. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD VI. Ennoblecimiento Textil*.
- Mazza, M., & Eleta, B. (23 de Noviembre de 2009). *Panalería de fieltro para acustizar oficinas*. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Megaplastic. (2005). *No Tejidos Clasificación, identificación y aplicaciones* . Obtenido de http://media.wix.com/ugd/e56c08_754739998658558f24681d88a9a45732.pdf
- Ministerio de transporte y obras públicas . (2017). *Pichincha es la primera provincia del Ecuador donde se colocó mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado*. Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec/pichincha-es-la-primera-provincia-del-ecuador-donde-se-coloco-mezcla-asfaltica-modificada-con-caucho-reciclado/>
- Music Store Professional* . (2020). Obtenido de https://www.musicstore.com/es_OT/EUR/beyerdynamic-MM1-Micr-fono-de-medicin-Micr-fono-omnidireccional-de-alta-calidad/art-PAH0001050-000
- Parra, M. (2016). Conceptos básicos en salud laboral. *Central Unitaria de Trabajadores de Chile*, 7.
- Paz, L. J. (2007). *Ruido para los posgrados de higiene y seguridad industrial*. Buenos Aires: nobuko.
- Przybylek, S. (2007). *Study.com*. Obtenido de Tipos de acabado en textiles: <https://study.com/academy/lesson/types-of-finishing-in-textiles.html>
- Puente, P. M. (2017). Imbabura.
- Rational Acoustics*. (2016). Obtenido de Woods Engineering: <http://www.rationalacoustics.es/que-es-smaart/>

- Rivera, J. C. (Enero de 2016). *ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS Y DE DURABILIDAD DEL HORMIGÓN CON CAUCHO*. Barcelona : Universidad Politécnica de Catalunya.
- Roncero, A. (30 de Septiembre de 2014). *Auto 10*. Obtenido de ¿Cuántos tipos de neumáticos para coche existen?: <https://www.auto10.com/reportajes/cuantos-tipos-de-neumaticos-para-coche-existen/5412>
- Root, T. (20 de Septiembre de 2019). *Neumáticos: el contaminante plástico en el que nunca pensaste*. Obtenido de <https://www.nationalgeographic.com/environment/2019/09/tires-unseen-plastic-polluter/>
- Rubber Reborn . (2020). *reRUBBER*. Obtenido de Impacto ambiental de llantas de desecho: <https://www.rerubber.com/environmental-impact/>
- Shahani, F., Soltani, P., & Zarrebini, M. (2014). Revista de fibras y tejidos de ingeniería . *SAGE Journals*. Obtenido de <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/155892501400900210>
- SINTEC. (2010). *Sistema de insonorización para la industria y medio ambiente* . Obtenido de Conceptos fundamentales del sonido : <http://www.acdacustics.com/>
- SOCHA. (06 de Junio de 2013). *Ecuador: Contaminación Acústica* . Obtenido de <https://www.socha.cl/?p=514>
- Textile School*. (2019). Obtenido de Telas no tejidas : <https://www.textileschool.com/352/non-woven-fabrics/>
- Universidad Tecnológica de Chalmers . (2018). *Acústica aplicada* . Obtenido de <http://www.ta.chalmers.se/education/master-sound-vibration/role-of-acoustics/>
- UNIVERSO, E. (3 de Junio de 2018). *2,4 millones de neumáticos se desechan cada año en Ecuador*.
- Vega, C. P., & Masa, J. M. (2003). *FUNDAMENTOS DE TELEVISIÓN ANALÓGICA Y DIGITAL*. Santander.
- Vera, V. d. (2015). Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8715/1/TESIS%20FINAL%2002-09.pdf>
- Zurita, L. M. (2012). DESARROLLO DE TEXTILES TÉCNICOS EN LABORATORIO CON CARACTERÍSTICAS ADECUADAS PARA UTILIZAR EN LA ELABORACIÓN DE ZAPATOS DE LONA, EN LA FÁBRICA TEXTILES INDUSTRIALES S.A. Ibarra, Imbabura, Ecuador .

ANEXOS



Anexo 1. Obtención de partículas de caucho.

Fuente: Rentería Thalía

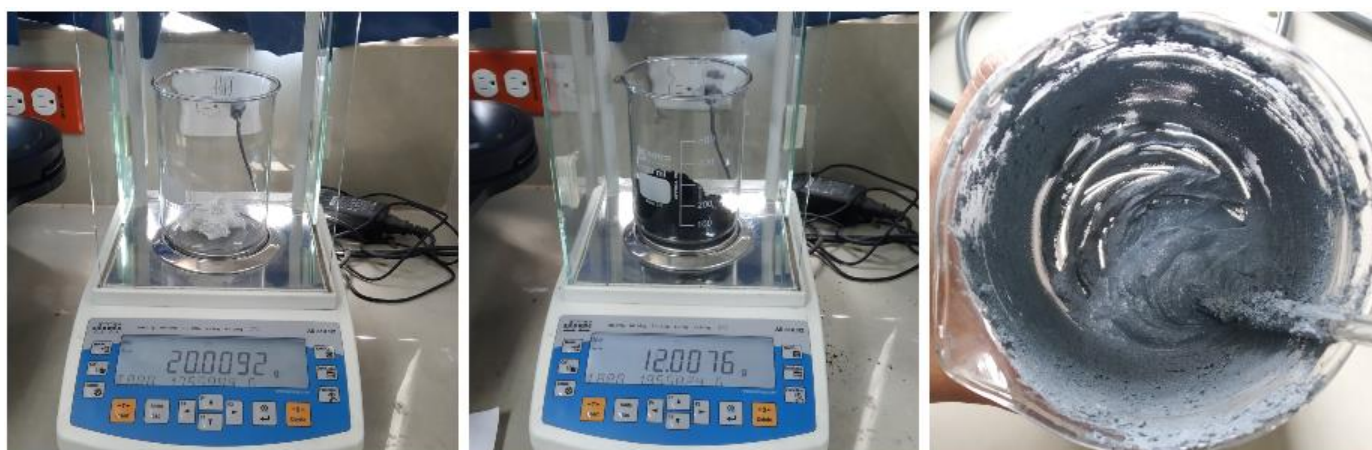


Anexo 2. Tamizaje y separación magnética.

Fuente: Rentería Thalía



Anexo 3. Preparación y corte del no tejido.
Fuente: Rentería Thalía



Anexo 4. Mezcla de pasta madre, ligante y partículas de caucho.
Fuente: Rentería Thalía



Anexo 5. Medición de la viscosidad de la pasta para estampar.
Fuente: Rentería Thalía



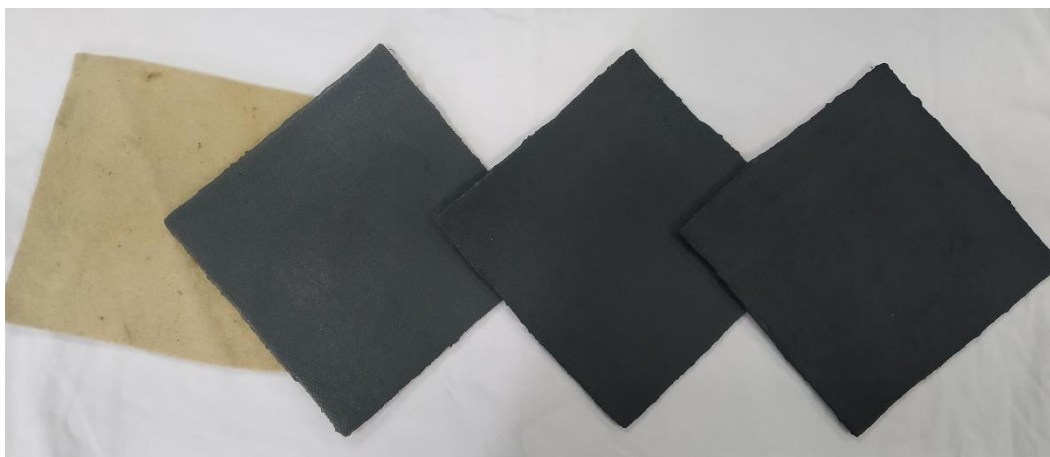
Anexo 6. Estampación sobre el no tejido.
Fuente: Rentería Thalía



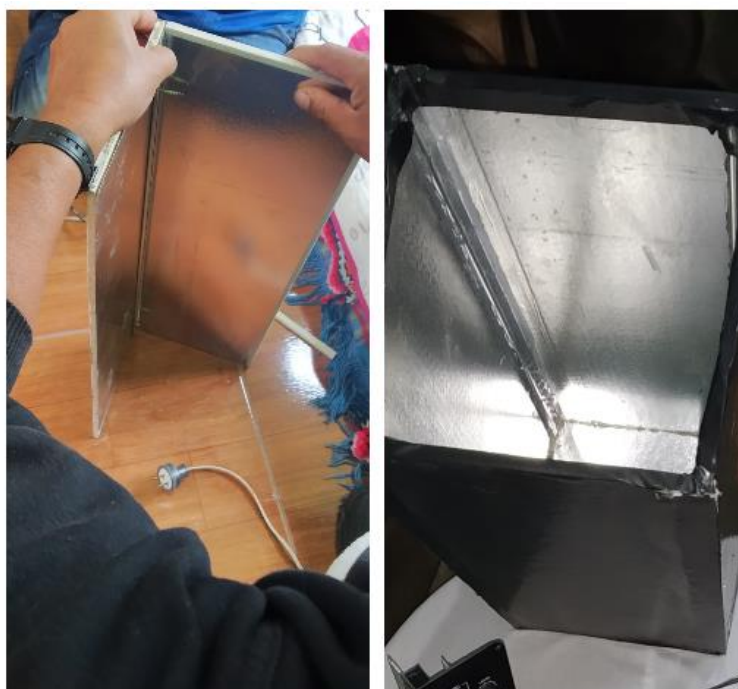
Anexo 7. Secado del textil a 130°C por 5 min.
Fuente: Rentería Thalía



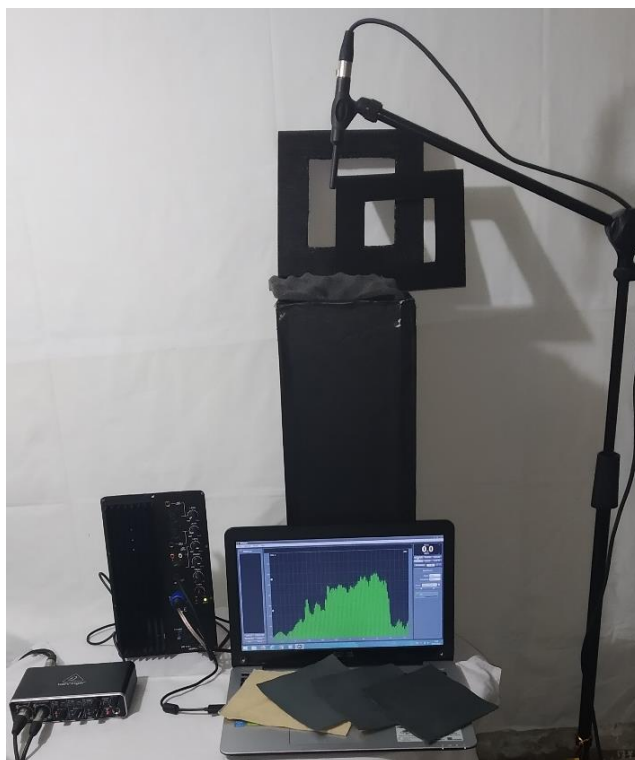
Anexo 8. Termofijado del textil a 200°C por 15 seg.
Fuente: Rentería Thalía



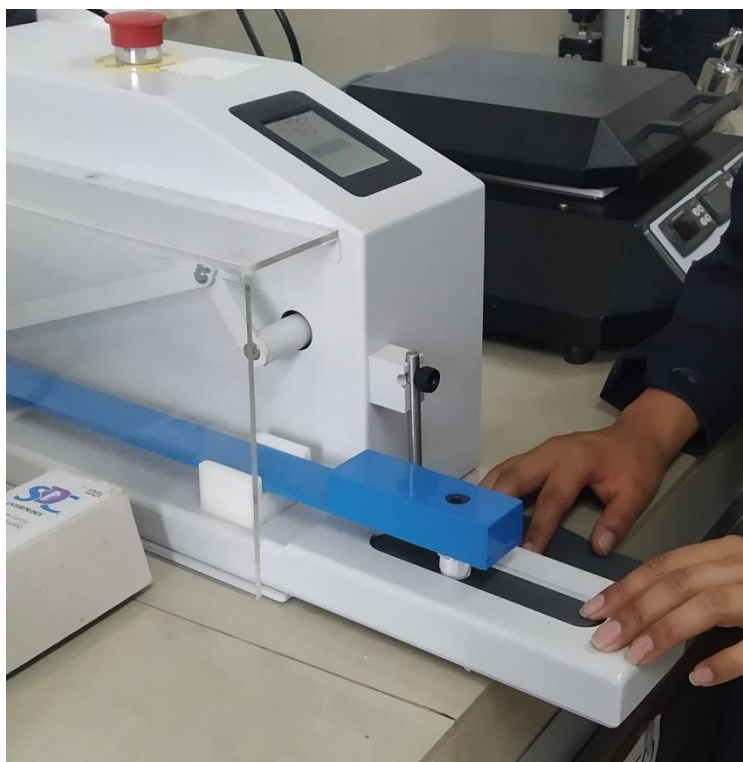
Anexo 9. Resultado del textil técnico con concentraciones al 30%, 50% y 80% de caucho.
Fuente: Rentería Thalía



Anexo 10. Construcción de la cámara de insonorización.
Fuente: Rentería Thalía



Anexo 11. Implementación del sistema de medición del índice de atenuación de sonido.
Fuente: Rentería Thalía



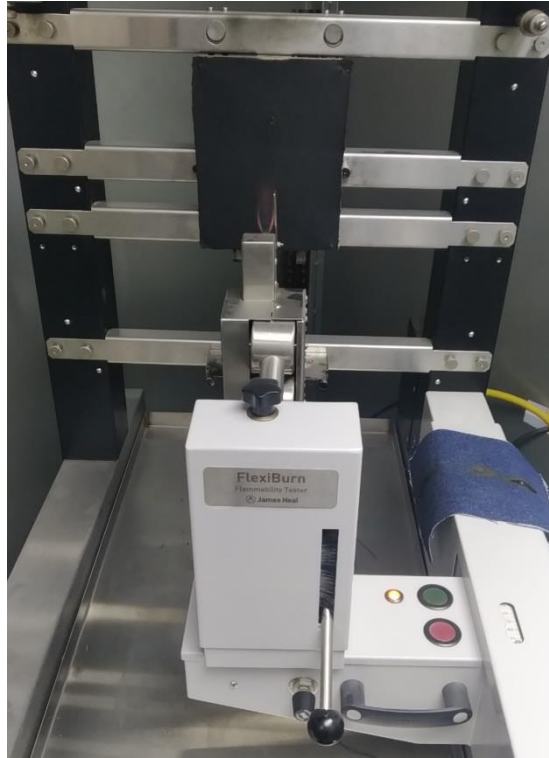
Anexo 12. Prueba de solidez del color al frote.
Fuente: Rentería Thalía



Anexo 13. Prueba de repelencia al agua: método de pulverización.
Fuente: Rentería Thalía



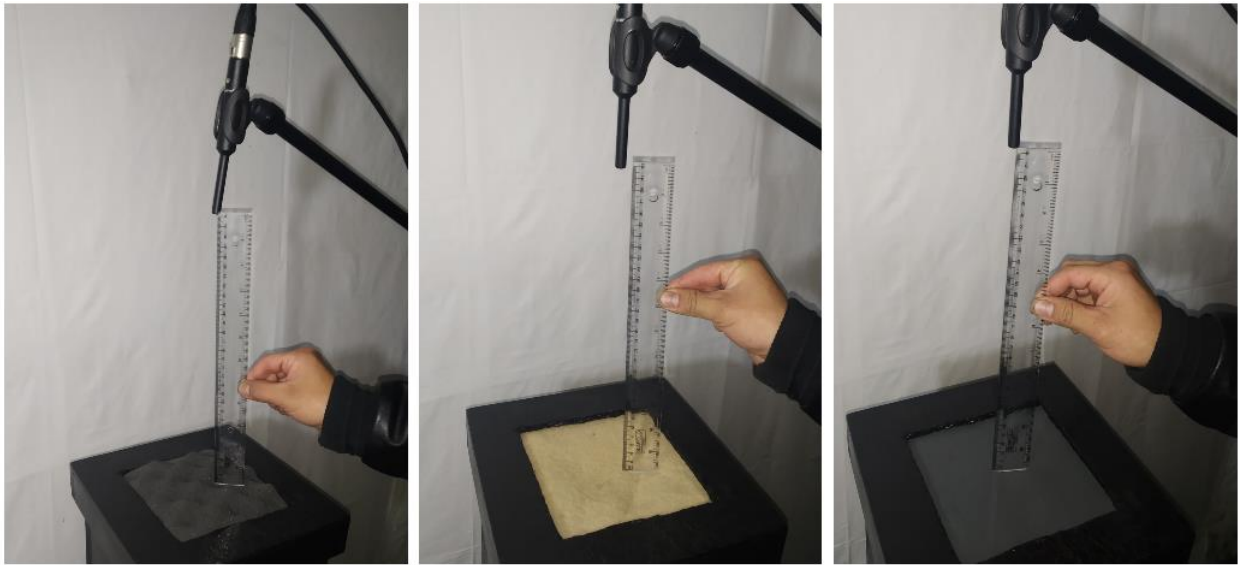
Anexo 14. Prueba de determinación de resistencia a la tracción y alargamiento.
Fuente: Rentería Thalía



Anexo 15. Prueba de determinación de la propagación de la llama en tejidos.
Fuente: Rentería Thalía



Anexo 16. Micrófono de medición Beyer Dynamic MM1.
Fuente: Rentería Thalía



Anexo 17. Ajuste de altura a 30cm para la medición.
Fuente: Rentería Thalía



Anexo 18. Pruebas acústicas con diferentes materiales.
Fuente: Rentería Thalía